

FLAVIO ROBERTO STEFANELLO

MAPEAMENTO DE SÍTIOS COM O USO DE AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau e título de "Mestre em Ciências Florestais".

CURITIBA

1994

MINISTERIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

P A R E C E R

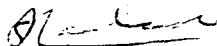
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pelo candidato **FLÁVIO ROBERTO STEFANELLO**, sob o título "**MAPEAMENTO DE SÍTIOS COM O USO DE AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA**", para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Área de concentração em **MANEJO FLORESTAL**, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação com média final: (*9,2*), correspondente ao conceito: (*A*).

CRITÉRIO "A" ou "B" 7,0 a 8,5 = B 8,6 a 10,0 = A

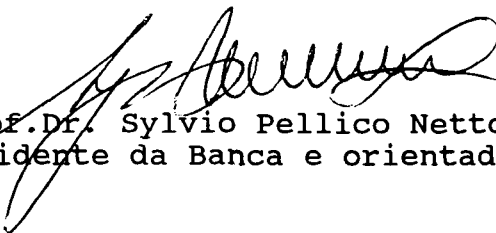
Curitiba, 24 de junho de 1994.



Dr. Carlos Roberto Sanquetta
Primeiro Examinador



Prof.Dr. Sebastião do Amaral Machado
Segundo Examinador



Prof.Dr. Sylvio Pellico Netto
Presidente da Banca e orientador

A todas as pessoas que me ajudaram,
e Deus bem sabe quais foram, dedico.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, ao Prof. Dr. Sylvio Péllico Netto pela amizade, compreensão, dedicação e apoio e, sobretudo, por sua paciência na orientação deste trabalho, fica expresso o sentimento de gratidão. Ao Prof. Sebastião do Amaral Machado pela colaboração com valiosas sugestões. Ao Prof. Dr. Roberto T. Hosokawa e ao Eng. Florestal Gabriel El Kouba, diretor da Floresta Nacional de Três Barras, pela assistência prestada no momento da coleta dos dados.

Ao Pesquisador do INPE Dr. Flávio J. Ponzoni e ao Eng. Florestal Eduard F. Branco pela disponibilidade e gentil ajuda prestadas durante a coleta dos dados.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, pelo apoio logístico, através da disponibilidade de uso de seus micro-computadores e de seu Analista de Sistemas Augusto Nakao pela prestativa ajuda no processamento de dados.

À Sadia Concórdia S/A Ind & Com pela oportunidade de uso de equipamentos de informática e de seu Analista de Suporte Jucilmar Rezello. Aos Engs. Florestais Laurindo Salante e Helton Bailardi Ribeiro pela cooperação e amizade durante a fase final deste trabalho.

Ao Pesquisador Dr. Sérgio Ahrens pela amizade, convívio e incentivo; pelas acaloradas discussões de questões florestais e, sobretudo, nos momentos de maior apreensão e dificuldade.

Em especial à minha família, pelo irrestrito e constante apoio e pelo carinho.

BIOGRAFIA

FLAVIO ROBERTO STEFANELLO, filho de Agenor José Stefanello e Maria Stefanello, nasceu em 28 de julho de 1966 na cidade de Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul.

Frequentou os Cursos Primário no Grupo Escolar Afonso Pena, Ginásial na Escola Estadual Cardeal Roncalli e Científico na Escola Estadual José Cañellas, todos em Frederico Westphalen, RS.

Em 1983 iniciou seus estudos na Universidade Federal de Santa Maria, onde graduou-se Engenheiro Florestal em 1987. No ano de 1988 ingressou no Curso de Pós-Graduação a nível de Mestrado em Engenharia Florestal, Área de Concentração Manejo Florestal, na Universidade Federal do Paraná, o qual é concluído com a defesa desta tese.

Trabalhou na STC/P Engenharia de Projetos, empresa de consultoria florestal, em Curitiba no ano de 1990. No mesmo ano, foi contratado pela CIA. SUZANO DE PAPEL E CELULOSE, onde exerceu atividades na área de Pesquisa em Manejo Florestal com florestas plantadas de **Eucalyptus**. Em 1992 passou a fazer parte do quadro funcional da SADIA CONCÓRDIA S/A IND & COM, onde atualmente desenvolve atividades nas áreas de inventário e manejo florestal com florestas plantadas de **Pinus** e **Eucalyptus**.

SUMÁRIO

<u>LISTA DE TABELAS</u>	viii
<u>LISTA DE FIGURAS</u>	xi
<u>RESUMO</u>	xiii
1. <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2. <u>JUSTIFICATIVAS</u>	4
3. <u>OBJETIVOS</u>	7
4. <u>REVISÃO DE LITERATURA</u>	9
4.1. <u>AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA</u>	9
4.1.1. Definição	9
4.1.2. Vantagens da amostragem sistemática	9
4.1.3. Modelos de sistematização	10
4.1.4. O Problema estatístico	12
4.1.5. Validade da amostragem sistemática	12
4.1.6. Estimativa do erro de amostragem	13
4.1.7. Análise estatística e aplicação da amostragem	14
4.2. <u>NÚMERO DE ÁRVORES COMO UM PARÂMETRO DE DENSIDADE</u>	16
4.2.1. Determinação da densidade nas unidades amostrais secundárias	16
4.2.2. Determinação da densidade nas unidades amostrais primárias	20
4.3. <u>ÍNDICE DE SÍTIO</u>	21
4.3.1. Definição	21
4.3.2. Avaliação da capacidade produtiva	22
4.4. <u>CLASSES DE SÍTIO</u>	23
4.4.1. Curvas de índice de sítio	23
4.4.2. Árvores amostrais	25
4.4.3. Tipos de curvas	26
4.4.3.1. Método gráfico	26
4.4.3.2. Método analítico	28
4.4.4. Validade das curvas de índice de sítio	37

5. <u>MATERIAIS E MÉTODOS</u>	40
5.1. <u>LOCAL DA COLETA DOS DADOS</u>	40
5.2. <u>UNIVERSO DE AMOSTRAGEM E POPULAÇÃO AMOSTRADA</u>	43
5.3. <u>AMOSTRAGEM INTEIRAMENTE ALEATÓRIA</u>	47
5.3.1. Notação	47
5.3.2. Fórmulas usadas na análise estatística da amostragem inteiramente aleatória	48
5.4. <u>AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA</u>	49
5.4.1. Notação	52
5.4.2. Fórmulas usadas na análise estatística da amostragem sistemática em duas dimensões	53
5.4.2.1. Análise estatística da amostragem sistemática aplicada independentemente em cada talhão	53
5.4.2.2. Análise estatística da amostragem sistemática estratificada por talhão	56
5.5. <u>VARIÁVEIS MEDIDAS</u>	58
5.6. <u>ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO VOLUMÉTRICA</u>	59
5.6.1. Determinação do volume com casca das unidades primárias e secundárias	59
5.6.2. Volume da Unidade Amostral Secundária ($V_{(UAS)j}$)	60
5.6.3. Volume da Unidade Amostral Primária ($V_{(UAP)i}$)	61
5.6.4. Volume médio por árvore da Unidade Amostral Secundária ($V_{(UAS)nj}$)	62
5.6.5. Volume médio por árvore da Unidade Amostral Primária ($V_{(UAP)ai}$)	62
5.6.6. Volume por hectare da Unidade Amostral Secundária ($V_{(UAS)/ha}$)	62
5.6.7. Volume por hectare da Unidade Amostral Primária ($V_{(UAP)/ha}$)	63
5.7. <u>CLASSIFICAÇÃO DE SÍTIO</u>	63
5.7.1. Equação da curva guia	63
5.7.2. Curvas das classes e dos índice de sítios	64

5.7.3. Classificação de sítio	64
6. <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	69
6.1. <u>ANÁLISE DE VARIÂNCIA</u>	69
6.1.1. Análise de variância do processo de amostragem inteiramente aleatório	69
6.1.2. Análise de variância do processo de amostragem sistemático em duas dimensões	70
6.1.3. Mapeamento das classes de sítio	73
6.2. <u>PROCESSO DE AMOSTRAGEM ALEATÓRIO VERSUS SISTEMÁTICO</u>	82
6.3. <u>INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA</u>	83
6.4. <u>ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO TOTAL DE MADEIRA</u>	86
6.4.1. Estimativa da produção total de madeira pelo processo de amostragem inteiramente aleatório	86
6.4.2. Estimativa da produção total de madeira pelo processo de amostragem sistemático em duas dimensões	86
7. <u>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</u>	96
<u>SUMMARY</u>	99
<u>ANEXOS</u>	100
8. <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	146

LISTA DE TABELAS

1.	TIPOLOGIA FLORESTAL OBSERVADA ATUALMENTE NA ÁREA DA FLORESTA NACIONAL DE TRÊS BARRAS.	41
2.	DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES NA ÁREA REFLORESTADA DA FLORESTA NACIONAL DE TRÊS BARRAS.	42
3.	NÚMERO DE UNIDADES AMOSTRAIS DA REDE DE PONTOS POR TALHÃO DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA.	42
4.	RESUMO DAS PRINCIPAIS INFORMAÇÕES (EXISTENTES E OBSERVADAS) DOS TALHÕES OBJETOS DO ESTUDO.	43
5.	ÁREA DOS RESPECTIVOS TALHÕES ABORDADOS PELAS AMOSTRAGENS ALEATÓRIA E SISTEMÁTICA.	46
6.	NÚMERO DE UNIDADES AMOSTRAIS DA AMOSTRAGEM ALEATÓRIA E SISTEMÁTICA.	46
7.	COMPARAÇÃO ENTRE UNIDADES AMOSTRAIS DO MÉTODO DA 6ª ÁRVORE E CONGLOMERADOS EM FUNÇÃO DO CONHECIMENTO PRÉVIO DA FREQUÊNCIA POR HECTARE.	51
8.	DISTÂNCIAS ENTRE AS UNIDADES AMOSTRAIS, PROPORÇÃO DA ÁREA DA UNIDADE AMOSTRAL POR TALHÃO E ÁREA MÉDIA OCUPADA PELO CONGLOMERADO.	53
9.	NÚMERO DE ÁRVORES CUBADAS PARA A EQUAÇÃO DE VOLUME COM CASCA DE SCHUMACHER-HALL.	61

10. LIMITES INFERIORES E SUPERIORES DAS CLASSES DE SÍTIO ORIGINADOS DE PROPORÇÕES DA CURVA GUIA (ALTURAS EM METROS E IDADES EM ANOS).	65
11. CENTROS DE CLASSES DE SÍTIO (CURVAS ANAMÓRFICAS) COM ALTURAS EM METROS E IDADE EM ANOS.	66
12. ESTATÍSTICA DA VARIÁVEL VOLUME EM METROS CÚBICOS POR HECTARE DA POPULAÇÃO DE SETE TALHÕES DIVIDIDA EM DOIS ESTRATOS EM FUNÇÃO DA IDADE.	69
13. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA POPULAÇÃO DE SETE TALHÕES DIVIDIDA EM DOIS ESTRATOS EM FUNÇÃO DA IDADE.	70
14. ESTATÍSTICA DA VARIÁVEL VOLUME EM METROS CÚBICOS POR HECTARE DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA ESTRATIFICADA EM FUNÇÃO DOS TALHÕES.	71
15. RESUMO DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA EM DUAS DIMENSÕES APLICADA INDEPENDENTEMENTE EM CADA TALHÃO.	72
16. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA ESTRATIFICADA EM FUNÇÃO DOS TALHÕES.	72
17. ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS CLASSES DE SÍTIO DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA.	74
18. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS CLASSES DE SÍTIO DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA.	75

19. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS CLASSES DE SÍTIO DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA LEVANDO-SE EM CONSIDERAÇÃO A VARIAÇÃO DAS UNIDADES AMOSTRAIS DENTRO DAS CLASSES.	76
20. PRINCIPAIS ESTATÍSTICAS DOS PROCESSOS DE AMOSTRAGEM ALEATÓRIO E SISTEMÁTICO EM DUAS DIMENSÕES.	82
21. RESUMO DA SIGIFICÂNCIA DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE VARIÂNCIA DOS TRATAMENTOS (UAP) ENTRE E DENTRO DAS CLASSES DE SÍTIO.	85
22. RESUMO DA PRODUTIVIDADE TOTAL EM METROS CÚBICOS USANDO-SE O PROCESSO DE AMOSTRAGEM INTEIRAMENTE ALEATÓRIO.	87
23. PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DE CADA CLASSE DE SÍTIO NA ÁREA TOTAL DO TALHÃO EM FUNÇÃO DO MAPEAMENTO.	88
24. ÁREA EM HECTARES OCUPADA POR CADA CLASSE DE ÍNDICE DE SÍTIO PROPORCIONAL AO PERCENTUAL ENCONTRADO NA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA.	88
25. ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE MADEIRA EM METROS CÚBICOS POR HECTARE DAS CLASSES DE SÍTIO EM FUNÇÃO DO MAPEAMENTO.	89
26. ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO TOTAL DE MADEIRA EM METROS CÚBICOS DAS CLASSES DE SÍTIO EM FUNÇÃO DO MAPEAMENTO.	89
27. COMPARATIVO EM METROS CÚBICOS DE MADEIRA DA MÉDIA POR HECTARE E DA PRODUÇÃO TOTAL DOS PROCESSOS INTEIRAMENTE ALEATÓRIO E SISTEMÁTICO EM DUAS DIMENSÕES.	90

LISTA DE FIGURAS

1. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE UMA UNIDADE AMOSTRAL.	17
2. ÁREA SECCIONAL DA 6ª ÁRVORE DA UAS.	18
3. MAPA DO ESTADO DE SANTA CATARINA COM A LOCALIZAÇÃO ASSINALADA DO LOCAL DA FLORESTA NACIONAL DE TRÊS BARRAS.	44
4. CURVAS DE SÍTIO DETERMINADAS A PARTIR DE PROPORÇÕES DA CURVA GUIA.	67
5. CURVAS DE CLASSES DE SÍTIO DETERMINADAS A PARTIR DE PROPORÇÕES DA CURVA GUIA.	68
6. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS UNIDADES AMOSTRAIS DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA EM DUAS DIMENSÕES E SUA IDENTIFICAÇÃO DE NÚMERO E DE CLASSE DE SÍTIO DENTRO DOS TALHÕES 64 E 76D.	77
7. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS UNIDADES AMOSTRAIS DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA EM DUAS DIMENSÕES E SUA IDENTIFICAÇÃO DE NÚMERO E DE CLASSE DE SÍTIO DENTRO DO TALHÃO 66.	78
8. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS UNIDADES AMOSTRAIS DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA EM DUAS DIMENSÕES E SUA IDENTIFICAÇÃO DE NÚMERO E DE CLASSE DE SÍTIO DENTRO DO TALHÃO 67.	79

9.	LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS UNIDADES AMOSTRAIS DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA EM DUAS DIMENSÕES E SUA IDENTIFICAÇÃO DE NÚMERO E DE CLASSE DE SÍTIO DENTRO DO TALHÃO 76A.	80
10.	LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS UNIDADES AMOSTRAIS DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA EM DUAS DIMENSÕES E SUA IDENTIFICAÇÃO DE NÚMERO E DE CLASSE DE SÍTIO DENTRO DOS TALHÕES 76B E 76C.	81
11.	DELIMITAÇÃO GEOGRÁFICA DAS CLASSES DE SÍTIO E SUA IDENTIFICAÇÃO DENTRO DOS TALHÕES 64 E 76D.	91
12.	DELIMITAÇÃO GEOGRÁFICA DAS CLASSES DE SÍTIO E SUA IDENTIFICAÇÃO DENTRO DO TALHÃO 66.	92
13.	DELIMITAÇÃO GEOGRÁFICA DAS CLASSES DE SÍTIO E SUA IDENTIFICAÇÃO DENTRO DO TALHÃO 67.	93
14.	DELIMITAÇÃO GEOGRÁFICA DAS CLASSES DE SÍTIO E SUA IDENTIFICAÇÃO DENTRO DO TALHÃO 76A.	94
15.	DELIMITAÇÃO GEOGRÁFICA DAS CLASSES DE SÍTIO E SUA IDENTIFICAÇÃO DENTRO DOS TALHÕES 76B E 76C.	95

RESUMO

Este trabalho trata da aplicação da amostragem sistemática e método das seis árvores de Prodan no mapeamento de classes de sítio de **Pinus elliottii** Engelman var. **elliottii**. Utilizado-se de dados de inventário florestal e de uma relação de altura-idade pré-determinados, este estudo, também, fez uso de informações dendrométricas básicas tais como diâmetro, altura e altura dominante, coletadas junto à Floresta Nacional de Três Barras, localizada no município de Três Barras, SC. A amostragem sistemática foi delineada na forma de uma rede de pontos, aplicada independentemente por talhão, e em cada ponto um conglomerado constituiu a unidade amostral. O conglomerado, na forma de uma cruz, foi formado por quatro sub-unidades amostrais. Cada unidade amostral secundária possui um número fixo de seis árvores, contadas a partir de seu ponto central. O processo de amostragem sistemático foi comparado com o processo inteiramente aleatório, tendo como objetivo caracterizar a variabilidade de produção total de madeira através do confronto das informações dos dois processos. Os processos de amostragem inteiramente aleatório e sistemático em duas dimensões, foram aplicados em uma população composta por sete talhões, três de vinte e cinco e quatro de vinte anos de idade. Posteriormente, as informações de produtividade da amostragem sistemática foram estratificadas e analisadas estatisticamente a nível de talhão. Cada um dos processos de amostragem, aplicados neste estudo, gerou estimativas da produção total de madeira por talhão e, que comparadas entre si respectivamente, foi possível identificar as diferenças destas estimativas provocadas pelo mapeamento das classes de sítio com o uso da amostragem sistemática. A validade da classificação de índice de sítio e do seu mapeamento em classes de sítio foi comprovada através de uma análise de variância. Logo após, esta análise foi desdobrada a nível de classe para que fosse possível identificar ou não sua variabilidade interna. Além de comparar as estimativas de produção total de madeira dos processos aleatório e sistemático, esta pesquisa foi criada com o propósito de demonstrar a aplicabilidade do mapeamento da produtividade. Através da análise das vantagens apresentadas pela amostragem sistemática, conclui-se que sua aplicação, visando o mapeamento de classes de sítio, foi adequada porque apresentou um padrão constante e uniforme de distribuição das unidades amostrais. Detalhes da análise estatística e de variância do mapeamento de classes de sítio, bem como sua interpretação, foram descritos e discutidos. O mapeamento de classes de sítio aqui apresentado, exige, como pré-requisito, o conhecimento da densidade e da produtividade da floresta e sua função de altura dominante. Outra recomendação, de relevante importância, é o planejamento do inventário florestal com a previsão antecipada de suas necessidades, visando obter informações para posterior utilização no mapeamento da produtividade florestal.

1 INTRODUÇÃO

A demanda por produtos florestais possui estreita ligação com o aumento da população e, conforme as expectativas presentes, a taxa de crescimento populacional indica tendências de continuar aumentando. Este fato, de uma maneira geral, sinaliza ao setor florestal em dois aspectos principais: primeiro, a necessidade de aumento dos investimentos de capital na forma de reflorestamentos; segundo, melhorar a qualidade dos produtos e serviços florestais, com o desenvolvimento de novas tecnologias. O aspecto tecnológico vai ganhando importância, à medida em que os investimentos na área florestal não conseguem manter o equilíbrio na relação oferta e demanda, devido a desproporção entre a taxa de crescimento populacional e os recursos aplicados no setor. Desta maneira, a efetivação do desenvolvimento de novas técnicas florestais pode beneficiar a sociedade de duas formas: diretamente, no sentido de atender a demanda do mercado e; indiretamente, será um motivo a menos para não se acelerar (o ideal seria eliminar) o processo de exaustão das florestas naturais.

Em função do exposto, e objetivando contribuir para aumentar o conhecimento técnico-científico sobre as florestas plantadas, particularmente no que diz respeito aquelas implantadas com o gênero **Pinus**, este estudo foi desenvolvido para viabilizar o mapeamento das classes de sítio. A realização deste mapeamento exigiu, dentre outros parâmetros, o conhecimento prévio das classes de sítio de vários pontos do local a ser estudado. Com esta finalidade, fez-se

uso da amostragem sistemática em duas dimensões, classificação de sítio e sua reunião em classes e, conclusivamente, a realização do efetivo mapeamento. O mapeamento de classes de sítio, visa, essencialmente, a identificação da variabilidade de produção. Esta identificação é possível porque o índice de sítio é uma expressão quantitativa da produtividade e representa a altura média das árvores dominantes em uma idade de referência, quando a altura dominante é escolhida como variável de interesse.

O estudo da variabilidade de produção é uma preocupação antiga no campo florestal. Atualmente, para este fim, existem instrumentos valiosos, como por exemplo as técnicas de amostragem e a classificação de sítio, supra citadas, que detectam as diferentes qualidades de local. Os índices de sítio podem ser obtidos de forma direta ou indireta, dependendo da variável que se tem disponível a ser analisada.

As florestas plantadas com espécies coníferas, existentes hoje em estado adulto no Brasil, são, na sua maioria, provenientes de projetos executados com recursos de incentivo fiscal. Sabe-se também que na época da execução desses projetos, a principal preocupação foi concentrada na quantidade de área a ser reflorestada e não, necessariamente, na qualidade da produção. Estes fatos foram devidos, principalmente à abundância de recursos financeiros disponíveis para a implantação dos reflorestamentos. Entretanto, critérios básicos para a implantação de florestas foram, muitas vezes, ignorados, tornando-se imperativo que a realização de

estudos que viabilizem a quantificação destas florestas nas condições em que elas realmente se encontram.

Na atualidade, já existem alguns estudos (MACHADO⁴⁰, SCOLFORO & MACHADO⁵⁶, OLIVEIRA & AHRENS⁴³) que mostram, principalmente para florestas de coníferas do gênero **Pinus** spp. na região sul do Brasil, diferentes qualidades de local, que são índices relativos da sua produtividade potencial e obtidos de forma direta. Apesar do mérito e da importância daqueles estudos, no entanto, não existem registros documentados na literatura de que tais contribuições tenham sido complementadas com trabalhos relativos ao mapeamento de índices de produtividade. Desta forma, este estudo foi proposto e desenvolvido com o propósito de viabilizar o efetivo mapeamento das classes de sítio. Adicionalmente, a pesquisa foi também conduzida de maneira a verificar a aplicabilidade da amostragem sistemática no processo de obtenção das estimativas de volume de madeira.

2 JUSTIFICATIVAS

O aumento da produção florestal objetivando atender as necessidades de mercado, tanto na produção de biomassa como de madeira de qualidade, tornou-se um imperativo na atualidade e tem levado empresas florestais a estudarem formas alternativas de suprir esta demanda por produtos florestais, melhorar a qualidade e diversificar a produção para garantir seu crescimento. Para se atingir essas metas, o planejamento e o manejo florestal são de suma importância e dependem do mapeamento da variabilidade da produção florestal. O conhecimento da variabilidade de produção, devidamente estratificada em um maior nível de detalhamento, proporciona ao inventário florestal, informações mais precisas e confiáveis, de acordo com as necessidades do planejamento e do manejo florestal.

No âmbito do manejo florestal, os profissionais necessitam conhecer as variações de produtividade, que possam existir dentro da área de interesse. A produtividade depende, essencialmente, de três fatores: o tempo, que é traduzido pela idade; a densidade populacional, que pode ser expressa pela área basal, índice de densidade de copa, número de árvores por unidade de área, dentre outros critérios; e as variações inerentes ao local, representadas pelo índice de sítio. Para este fim, são determinadas as classes de sítio para a área em questão, usando-se processos de amostragem aleatórios. Na maioria dos casos, entretanto, os talhões são contemplados com uma ou duas unidades amostrais apenas. A avaliação da produtividade potencial, dentro de um determinado talhão é realizada através de

unidades amostrais. Se essas não detectarem a amplitude de variação da produção, o talhão será classificado, apenas, em função da produtividade potencial obtida através dessas poucas unidades amostrais. Na classificação final, o talhão terá uma única classe de sítio, quando na realidade podem existir duas ou mais.

Geralmente, empresas florestais adotam uma sistemática em que somente uma unidade amostral é designada para cada talhão, ou uma unidade amostral a cada vinte e cinco hectares. Esta configuração é adotada devido ao custo que a coleta dos dados representa para a empresa. Assim procedendo, é impossível identificar se há ou não variação de produção. Por outro lado, se o planejamento dos talhões tivesse sido realizado em função de um estudo prévio das qualidades do local, ou até mesmo segundo características físicas similares do local (locais de baixada, manchas de solo mais férteis e outros fatores), este procedimento poderia ser mais amplamente aceito e, ao mesmo tempo, forneceria resultados mais confiáveis. Quando se tem mais de uma unidade amostral por talhão, no entanto, já se torna possível constatar diferentes qualidades de local. Eventualmente, essas unidades amostrais poderão contemplar apenas uma classe de produtividade, muito embora o talhão possa apresentar mais que somente uma classe. Neste contexto, a apreciação do problema segundo um procedimento sistemático de amostragem, deverá garantir que todas as possíveis classes de produtividade sejam reconhecidas pelo processo de amostragem.

Tradicionalmente, no desenvolvimento de curvas para classificação de sítio, processos de amostragem aleatórios têm sido utili-

zados. O conhecimento das variações de produtividade, entretanto, é um pré-requisito fundamental para um manejo adequado. Para a solução deste problema e, ao mesmo tempo, atender as necessidades do manejo florestal, se faz necessário o mapeamento das classes de sítio através da aplicação da amostragem sistemática. A amostragem sistemática na forma de uma rede de pontos, onde cada ponto seria identificado como uma unidade amostral, possibilitará a realização de um mapeamento da produtividade. Na configuração final, a delimitação das classes de sítio será independente da forma e dos limites geográficos dos talhões, compensando a inexistência de seu planejamento inicial.

No momento de se calcular a produção do talhão, deve-se levar em consideração qual ou quais classes de índice de sítio estão representadas naquele talhão. Na sequência, o cálculo da sua produção, ou volume, será feita de forma separada, de acordo com o número de classes. Para o conhecimento da produção ou volume total do talhão, apenas se somaria a produção ou os volumes parciais de cada classe de sítio deste talhão. Com este procedimento, o inventário estaria fornecendo estimativas de produção muito mais próximas da realidade. Este fato assegura um planejamento da produção mais consistente e com menores possibilidades de mudanças, devido a erros de quantificação do povoamento florestal. Além de propiciar a segurança necessária para um eficiente planejamento da produção florestal, estimativas adequadas da produtividade são fundamentais para que se possa melhor atender aos objetivos de qualquer empreendimento florestal.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

O objetivo deste estudo visou caracterizar a variabilidade de produção (quantificada em m^3 de madeira com casca por *ha*) existente na unidade básica de manejo (talhão), em um dado momento de uma floresta plantada com **Pinus elliottii** Engelman var. **elliottii**. Considerando-se as informações de inventário florestal, densidade e volume por unidade de área, bem como o potencial produtivo (baseado na relação altura dominante versus idade), este estudo deverá apresentar um perfil da variação de produtividade para servir de suporte nas decisões de manejo florestal. Essa avaliação será feita através de informações provenientes de processos aleatório e sistemático de amostragem, e esses dados serão classificados e mapeados em função das classes de índice de sítio.

3.2 Objetivos específicos

- a) Mapear as classes de sítio em povoamentos de **P. elliottii**, através de um processo de amostragem sistemática;
- b) Melhorar as estimativas de produção a fim de atender as necessidades do manejo florestal e, ao mesmo tempo, dispensar o inventário pré-corte;

- c) Comparar as estimativas de volume por talhão obtidas através da amostragem sistemática e do mapeamento das classes de sítio (estratificação da produção) com as estimativas de volume por talhão obtidas por amostragem aleatória;
- d) Analizar as informações provenientes dos processos de amostragem sistemática e aleatória, fornecendo os resultados por talhão, uma vez que este é a unidade de manejo usualmente considerada no planejamento e;
- e) Verificar a validade do mapeamento das classes de sítio com o uso da amostragem sistemática e método das seis árvores de Prodan, através da análise de variância da produtividade de cada classe.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA

4.1.1 Definição

A amostragem sistemática é um processo probabilístico de amostragem e, segundo COCHRAN¹⁹ e HUSCH et al.³⁵, as unidades amostrais são pré-fixadas por um único modelo de sistematização, na qual toda população é abrangida. SUKHATME & SUKHATME⁶⁷ informam que a amostragem sistemática é um processo em que se seleciona a primeira unidade amostral aleatoriamente e as demais obedecerão automaticamente um padrão pré-determinado. Geralmente, segue-se um padrão regular de espaçamento entre as unidades, o que supõe-se uma população que consiste de N unidades ($n=1, \dots, N$). Assumindo-se que K seja uma constante de sistematização e que N seja expresso como o produto entre K e n (números inteiros), então, a seleção aleatória de um número menor ou igual a K , e a seleção da unidade com o correspondente número serial em cada k -ésima unidade, constitui uma amostragem que possui n unidades: $i, i+k, \dots, i+(n-1)k$. Tal amostragem, concluem SUKHATME & SUKHATME⁶⁷, é conhecida como uma Amostragem Sistemática.

4.1.2 Vantagens da amostragem sistemática

Uma das maiores vantagens da amostragem sistemática apontada por LOETSCH et al.³⁹ e HUSCH et al.³⁵ é que, este tipo de abordagem

permite mapear a população sem que seja necessário coletar informações adicionais. COCHRAN¹⁹ destaca algumas vantagens da amostragem sistemática estratificada com relação a amostragem inteiramente aleatória:

- a) facilidade para a seleção das unidades amostrais, evitando erros e;
- b) aparentemente, a amostragem sistemática estratificada mostra-se mais precisa que a amostragem inteiramente aleatória, por ter um sentido de abrangência maior sobre a população.

PAYANDEH⁴⁵ e SUKHATME & SUKHATME⁶⁷ observaram algumas vantagens da amostragem sistemática, como a ocorrência de menores custos, simplicidade operacional e uma relativa precisão. SUKHATME & SUKHATME⁶⁷ ressaltam, também, uma grande vantagem quanto a organização do trabalho de campo. HUSCH et al.³⁵ revelam que, de um modo geral, a amostragem sistemática é largamente utilizada devido as vantagens que apresenta, tais como estimativas seguras da média da população, além de ser de execução mais rápida e mais barata do que os processos aleatórios.

4.1.3 Modelos de sistematização

Para se efetivar o mapeamento das classes de sítio, o modelo de sistematização mais indicado é o de uma rede de pontos. HUSCH et al.³⁵ definem amostragem sistemática em uma rede de pontos quando esta é feita em duas dimensões, ou seja, as unidades amos-

trais são escolhidas em intervalos de K em duas direções diferentes. A primeira unidade amostral, em concordância com a literatura de uma maneira geral, é selecionada pela junção de coordenadas, isto é, uma entre o total de colunas e outra do total de linhas. Na sequência, as unidades são alocadas em intervalos constantes de K pontos em duas direções diferentes e perpendiculares. Sob a ótica de SUKHATME & SUKHATME⁶⁷, amostragem sistemática em duas dimensões assume que as unidades amostrais na população são arranjadas na forma de $m \times q$ linhas, cada uma contendo $n \times K$ unidades amostrais. Este procedimento requer uma seleção de $m \times n$ unidades amostrais. A maneira mais simples de se selecionar um par de números aleatórios (i,j) , tal que $i < l$ e $j < K$, será determinado a posição da primeira unidade amostral, notadamente a j -ésima unidade na i -nésima linha.

Dependendo do tamanho e da distância entre as unidades amostrais, HUSCH et al.³⁵ fazem uma projeção da amostragem sistemática, na forma de uma rede de pontos, conforme as seguintes relações:

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad n &= \frac{AP}{a} \\ \text{b)} \quad P &= \frac{a}{(D_l D_p)} \\ \text{c)} \quad P &= \frac{a}{D^2} \end{aligned}$$

onde: A = área total a ser amostrada;

P = proporção da área coberta por unidades amostrais;

a = área da unidade amostral em unidade quadrática com dimensões D_l e D_p , tal que D_l é a distância entre linhas e D_p

é a distância entre unidades amostrais nas linhas;

n = número de unidades amostrais;

D = distância entre linhas e unidades amostrais para uma rede de pontos equidistantes ($D_l = D_p$).

4.1.4 O problema estatístico

De acordo com COCHRAN¹⁹ a amostragem sistemática apresenta um problema estatístico, porque as unidades amostrais do povoamento possuem chances diferentes de serem amostradas. Neste caso, o único ponto de aleatorização reside na definição da primeira unidade amostral. Segundo aquele autor, a validade da amostragem sistemática é questionada, porque apresenta baixa precisão e, conforme HUSCH et al.³⁵, não produz uma estimativa válida do erro de amostragem devido ao cálculo da variância requerer, no mínimo, duas unidades amostrais obtidas aleatoriamente. LOETSCH et al.³⁹, por outro lado, afirmam que se pode aplicar qualquer processo de seleção objetiva, sem correr o risco de restringir o valor das estimativas da amostragem, quando os elementos da população são aleatoriamente distribuídos.

4.1.5 Validade da amostragem sistemática

Para COCHRAN¹⁹ a amostragem sistemática é precisa quando as unidades amostrais são heterôgeneas dentro da mesma amostragem e, imprecisas, quando as unidades amostrais são homogêneas. Obviamente, se existe pouca variação dentro de uma amostragem sistemática relativa à população, as unidades amostrais sucessivas estarão repetindo mais ou menos a mesma informação. HUSCH et al.³⁵

ressaltam que a deficiência da seleção sistemática das unidades amostrais pode acontecer, principalmente, quando se trabalha com populações biológicas, em função de seus elementos se encontrarem arranjados independentemente uns dos outros, mas mostram uma variação sistemática ou periódica de local para local. Caso as unidades amostrais sistemáticas coincidirem com um padrão de variação da população, as variações nos valores observados não mais podem ser atribuíveis à aleatoriedade. Por exemplo, linhas de amostragem sistemática coincidindo com os espigões da topografia local.

PAYANDEH & EK⁴⁶ observam que a amostragem sistemática, em certos casos, é totalmente acurada devido ao fato de cobrir as mais importantes condições dentro da área florestal amostrada. Porém, reafirmam PAYANDEH & EK⁴⁶, que não se pode esperar uma alta precisão em todos os casos. A relativa eficiência da amostragem sistemática em duas dimensões é função da variável a ser estimada e da distribuição espacial dos elementos na população. PAYANDEH & EK⁴⁶ afirmam ainda que a precisão relativa da amostragem sistemática depende da estrutura da população a ser amostrada.

4.1.6 Estimativa do erro de amostragem

HUSCH et al.³⁵ declaram, que para o total da população de unidades amostrais que estejam distribuídas aleatoriamente, onde não há padrão de variação, a amostragem sistemática seria equivalente a amostragem aleatória e, por conseguinte, suas fórmulas poderiam ser aplicadas para se estimar o erro amostral.

Mas, para populações biológicas, seus indivíduos são raramente independentes uns dos outros e apresentam uma variação sistemática ou periódica conforme o local. Logo, para unidades amostrais selecionadas sistematicamente, existe o risco de que os valores observados não sejam atribuídos à aleatorização, se o intervalo entre as unidades amostrais coincidirem com um padrão de variação da população. HUSCH et al.³⁵ citam que Shiue (1960) apresentou um processo de amostragem sistemático com as mesmas vantagens, porém com razoáveis recursos de estimativa do erro amostral. Este processo é constituído de várias amostragens sistemáticas, cada qual com uma unidade amostral inicial selecionada aleatoriamente, isto é, múltiplos inícios aleatórios, como também é conhecido o processo. Na amostragem em linhas, cada uma forma um grupo de unidades amostrais, onde a escolha da constante de sistematização K é feita aleatoriamente. Assim, pode-se obter o volume médio da unidade e seu erro amostral, mas para um pequeno valor de t e um intervalo de confiança, serão necessários, pelo menos, cinco inícios aleatórios.

4.1.7 Análise estatística e aplicação da amostragem sistemática

COCHRAN¹⁹ assegura que, geralmente, o número N de unidades amostrais não é múltiplo perfeito da constante de sistematização K , sendo que diferentes unidades amostrais podem variar por unidade de K . Este fato provoca um distúrbio na teoria da amostragem estratificada mas, para COCHRAN¹⁹, é desprezível quando n for superior a

cincoenta.

Comumente é usado para a amostragem sistemática o mesmo procedimento da amostragem aleatória, para determinação da função de custo e intensidade de amostragem. Geralmente, recomenda PÉLLICO NETTO⁴⁷, pode-se aplicar a amostragem sistemática para indivíduos ao acaso, sem correr o risco de se fazer uma estimativa influenciada em função de nunca ocorrer uma distribuição ao acaso dos indivíduos em uma floresta. Mesmo em uma plantação pura, existem variações de fatores como solo, distância, pragas, dentre outros.

Uma das desvantagens da amostragem sistemática é a de apresentar baixa precisão e, quando existir uma periodicidade não identificada, não há um procedimento confiável para se estimar a variância da média. Porém COCHRAN¹⁹ indica que a amostragem sistemática pode ser seguramente aplicável nas seguintes situações:

- a) populações que estiverem ordenadas aleatoriamente ou com moderada estratificação;
- b) populações estratificadas com grande número de estratos;
- c) sub-amostragem de unidades amostrais e;
- d) na seleção de unidades amostrais de populações que apresentam um tipo de variação contínuo.

YATES⁷¹ generaliza que a aplicação da amostragem sistemática será totalmente satisfatória, quando se tomar o cuidado para que não ocorra periodicidades. Assim, assegura YATES⁷¹, o processo de amostragem sistemática pode ser mais adequado do que os processos aleatório e estratificado.

4.2 NÚMERO DE ÁRVORES COMO UM PARÂMETRO DE DENSIDADE

4.2.1 Determinação da densidade nas unidades amostrais secundárias

A amostragem sistemática pode ser aplicada independentemente em cada talhão. Suas unidades amostrais são constituídas de conglomerados, unidades primárias, e sub-unidades amostrais, que são as unidades secundárias. De VRIES⁷⁰ classifica este processo como amostragem sistemática em conglomerados em dois estágios, também chamada de sub-amostragem, onde o primeiro estágio são as unidades amostrais primárias (UAP) e o segundo as unidades amostrais secundárias (UAS). Então, pode-se dizer que a população a ser amostrada tem N unidades amostrais primárias, cada uma contendo M unidades amostrais secundárias e onde $i = 1, \dots, N$ e $j = 1, \dots, M$ respectivamente. A variável objeto de análise, volume em metros cúbicos, representada por Y_{ij} , é o valor observado na j-ésima UAS dentro da i-nésima UAP. A figura 2 ilustra de forma didática a distinção entre UAS e UAP.

A densidade, número de árvores por hectare, do método da 6ª árvore para a UAS, pode ser obtida da seguinte forma:

$$\text{DENS./ha} = 10^4 \left(\frac{5,5}{\pi R^2} \right)$$

onde 5,5 corresponde às árvores observadas em uma superfície com área equivalente a πR^2 . A variável R_6 é o raio do ponto central da UAS até a 6ª árvore mais próxima, sendo que esta é computada como $\frac{1}{2}$ árvore por estar, e ao mesmo tempo ser, o limite da UAS. A área da

UAS é um círculo, onde seu tamanho é definido pelo raio R , e o número de árvores consiste de 5 mais $\frac{1}{2}$ como descrito inicialmente por Prodan (1969) e citado por PELZ⁵¹.

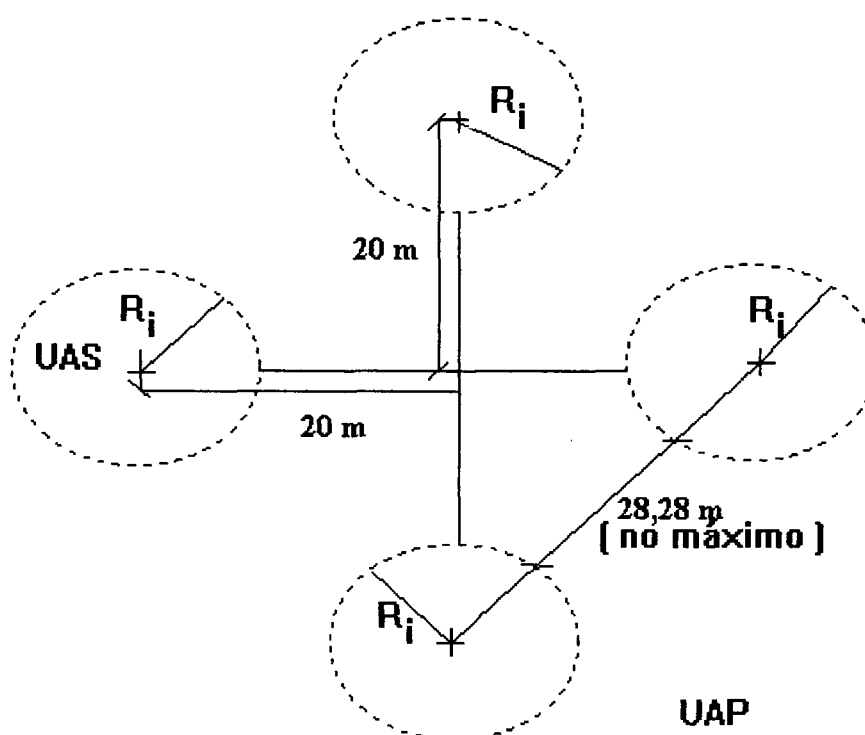


Figura 1. Representação gráfica de uma unidade amostral.

A metodologia para se calcular a densidade por hectare, desenvolvida por PÉLLICO NETTO⁵⁰, é adotada neste trabalho com o propósito de definir o critério de proporção da participação da 6ª árvore na unidade amostral secundária.

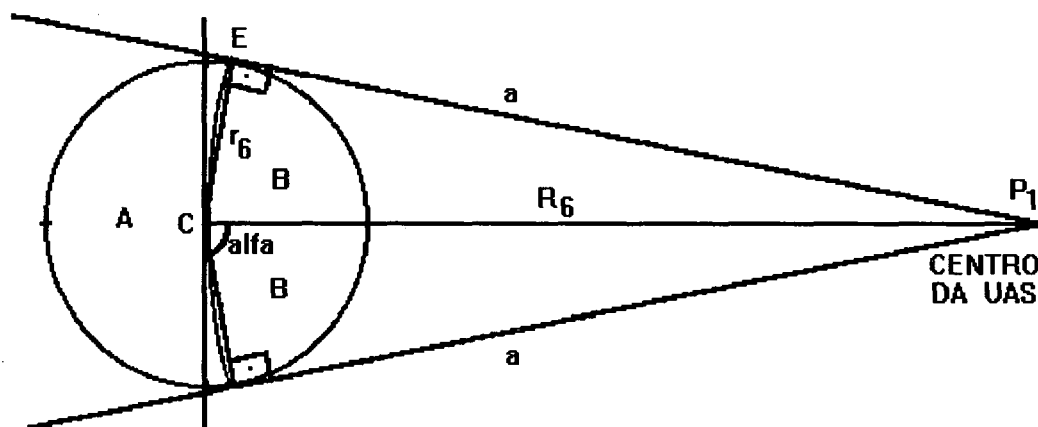


Figura 2. Área seccional da 6ª árvore da UAS.

Conforme a figura 3, estabeleceu-se a seguinte relação:

$$a)^{\quad} a^2 + r_6^2 = R_6^2$$

$$a^2 = R_6^2 - r_6^2$$

$$b)^{\quad} \text{sen} \alpha = \frac{a}{R_6}$$

$$a^2 = R_6^2 \text{sen}^2 \alpha$$

Associando-se (a) com (b), tem-se:

$$R_6^2 \text{sen}^2 \alpha = R_6^2 - r_6^2$$

$$\text{sen}^2 \alpha = \frac{R_6^2 - r_6^2}{R_6^2}$$

$$\text{sen} \alpha = \frac{\sqrt{R_6^2 - r_6^2}}{R_6}$$

A fração B da figura 3, correspondente a área seccional da 6ª árvore da UAS, que pode ser estimada da seguinte forma: uma varredura completa de 360° na secção circular corresponde à sua área de $A = \pi r_6^2$ e uma varredura de $2\alpha^\circ$ corresponde à área da fração B. Então, a área da fração B a ser estimada é:

$$B = \frac{\alpha^\circ \pi r_6^2}{180^\circ}$$

Substituindo-se $\alpha^\circ = \frac{\sin^{-1} \sqrt{R_6^2 - r_6^2}}{R_6}$ em B, tem-se:

$$B = \frac{\pi r_6^2 \sin^{-1} \frac{\sqrt{R_6^2 - r_6^2}}{R_6}}{180^\circ}$$

O conhecimento da área da fração B da 6ª árvore, possibilita que seja considerado apenas a parte pertinente da árvore que pertence a UAS. Anteriormente, a metade da área seccional correspondia, igualmente, a meia árvore, mas agora tem-se uma fração (muito próxima da real) desta área a qual a seguinte relação se refere:

$$K_i = \frac{B}{\pi r_6^2}$$

Substituindo-se B em K:

$$K_i = \sin^{-1} \frac{\sqrt{R_6^2 - r_6^2}}{180^\circ R_6}$$

Recentemente, este procedimento foi melhorado através do estudo desenvolvido por PÉLLICO NETTO⁵⁰, que estimou a área ocupada entre o arco e a reta que separam os pontos central e extremo (segmento \overline{CE}) da secção transversal da figura 2. Evidentemente, esta diferença deve ser muitas vezes menor do que a existente entre se considerar $\frac{1}{2}$ ou K partes da 6ª árvore.

Voltando-se ao problema da densidade, agora seu estimador pode ser melhorado de acordo com o que segue:

$$D_{ij} = 10^4 \frac{(5 + K_{ij})}{\pi R_{ij}^2}$$

onde: D_{ij} = densidade por hectare por UAS;

K_{ij} = constante para a 6ª árvore da UAS;

R_{ij} = raio do ponto central da UAS até a 6ª árvore mais próxima;

e: $i = 1, \dots, n$

$j = 1, \dots, m$

4.2.2 Determinação da densidade nas unidades amostrais primárias

A densidade, em número de árvores por hectare, da UAP pode, então, ser expressa como:

$$D_i = \frac{\sum_{j=1}^m D_{ij}}{4}$$

4.3 ÍNDICE DE SÍTIO

4.3.1 Definição

CLUTTER et al.¹⁸ apresentam uma definição de sítio conforme proposta pela Sociedade Americana de Florestais (Ford-Robertson, 1971): "uma área considerada em termos de seu ambiente, particularmente como esta determina o tipo e qualidade de vegetação que a área pode possuir". Conforme esses autores, em um contexto de manejo florestal, qualidade de sítio pode ser definido como "o potencial da produção florestal de um sítio para espécies em particular ou tipo florestal". Sítio é uma designação que considera a seleção de uma ou mais espécies para manejo em um determinado local, o que significa que um sítio bom para uma espécie pode não o ser para outra.

Entretanto, a capacidade produtora de um sítio pode ser quantificada pelo que se convencionou denominar "índice de sítio". Segundo BRICKELL⁹, BECK & TROUSDEL⁸ e SCHUMACHER⁵⁵, "índice de sítio" é a altura média das árvores dominantes ou média das dominantes e codominantes à uma idade índice. Para KING³⁷, o termo "índice de sítio" refere-se à altura da árvore na idade índice estabelecida. Para facilitar a medição das alturas dominantes, SPURR⁶² propõe como solução a prática, que define o índice de sítio, como a média aritmética da altura das 100 árvores de maior diâmetro por hectare, como inicialmente usado na Índia.

4.3.2 Avaliação da capacidade produtiva

Um bom nível de curvas de índice de sítio, considerando suas próprias limitações de precisão, JONES³⁶ argumenta que são, até certo ponto, rudes índices para a produtividade de sítios. Porém, segundo ele, é o método mais direto e, para a maioria das espécies em talhões adequados, boas curvas de índice de sítio provavelmente são a melhor ferramenta para avaliação da produtividade.

A capacidade produtiva de um sítio é melhor avaliada pelo volume total que este sítio produz, declara FISHWICK²⁷. Mas, adverte o autor, isto não é fácil de se medir e, em muitos casos, onde as produções de desbastes intermediários não tenham sido registrados, o volume total produzido por sítio não pode ser determinado. Um procedimento comumente utilizado é a investigação das relações entre idade e altura, e entre idade e produção volumétrica total das parcelas de amostragem permanente localizadas dentro da variação de sítios onde a espécie é plantada. Uma estreita relação entre altura e produção volumétrica total tem sido estabelecida, através da utilização da altura para estimar a produção total do volume. Deve-se supor que um povoamento de uma espécie com uma dada idade e altura conhecida, irá sempre produzir o mesmo volume total. Isto não é sempre verdadeiro, especialmente se os espaçamentos iniciais e regimes de desbaste variarem muito, e se grandes diferenças climáticas também produzirem efeitos marcantes. Entretanto, em plantios florestais, desde que as

técnicas silviculturais não apresentem grandes variações^{1/}, pode-se dizer com segurança, que para uma dada idade e altura, uma determinada espécie irá produzir o mesmo volume total.

Para SPURR⁶², a qualidade absoluta do sítio é medida, teoricamente, pela quantidade de madeira produzida. No entanto, essa produção também é condicionada por fatores genéticos, idade de rotação e densidade do povoamento. Dessa forma, só poderia ser utilizado como medida de sítio, quando esses fatores fossem constantes, o que é impossível. Assim, o uso do volume de madeira como um índice de sítio não é recomendável. Geralmente, o índice de sítio é representado pela altura média ou máxima, das árvores dominantes e/ou codominantes, numa idade índice. Para se avaliar a qualidade de sítio existem métodos diretos e indiretos. Neste trabalho será usado o método direto, por apresentar melhores aproximações com a variável resposta, altura dominante, e possuir grande praticidade de uso.

4.4 CLASSES DE SÍTIO

4.4.1 Curvas de índice sítio

De acordo com JONES³⁶, as curvas de índice de sítio descrevem o curso do crescimento em altura de árvores hipotéticas, de índice de sítio especificados. Às vezes, tabelas de altura e idade

^{1/} Por grandes variações deve-se entender a duração do espaço de crescimento consequente à realização de desbastes excessivamente pesados.

provenientes de curvas de índice de sítio são usadas no lugar das próprias curvas. JONES³⁶ ao citar Spurr, diz que as curvas de índice de sítio podem ser desenvolvidas de registros de crescimento em altura oriundas de parcelas permanentes. Na maior parte das vezes, estas curvas são baseadas nas alturas e idades dos talhões em várias parcelas amostrais temporárias. A extensão das classes de idade e dos sítios devem ser incluídos na amostragem, comenta JONES³⁶.

Usando-se o método direto para avaliar a capacidade de produção de um local, geralmente são tomados os dados de altura para confecção das curvas de índice de sítio. Uma suposição básica para se obter os índices de sítio, é que o crescimento em altura não é significativamente influenciado pela densidade do talhão, observa JONES³⁶.

FISHWICK²⁷ admite que a altura dominante de um povoamento florestal, considerando as práticas silviculturais tradicionalmente utilizadas no Brasil, não é afetada pelos métodos de desbaste e, pode-se supor, que é independente das densidades do povoamento normalmente encontradas nos plantios florestais. A medida mais comumente usada da qualidade de sítio é o índice de sítio e, segundo SPURR⁶², é a altura encontrada em um povoamento florestal a uma dada idade de seu desenvolvimento. A razão do uso da variável altura como índice de sítio, continua SPURR⁶², é por ela não ser afetada pela densidade e, acrescenta FISHWICK²⁷, por existir uma estreita relação entre a altura dominante do povoamento com seu volume.

CLUTTER et al.¹⁸ também confirmam a preferência do uso da altura para a construção das curvas de índice de sítio, devido a altura praticamente não ser influenciada pela densidade do talhão. Felizmente, para a maioria das espécies florestais há pouca influência da variação da densidade no crescimento em altura e, concluem os autores, este fato torna comum o uso da altura nas técnicas de avaliação da produtividade do sítio.

Para florestas uniformes, ALDER² recomenda o uso da altura como um bom indicador de índice de sítio, assegurando que a construção de curvas de altura-idade para as diferentes classes de índice de sítio é o primeiro passo para a construção de modelos de crescimento e de produção. Conforme ALDER², existem várias maneiras de se determinar a altura dominante, mas a definição de uso mais generalizado na atualidade é que "a altura dominante de um talhão é a altura média das 100 árvores de maior diâmetro por hectare".

4.4.2 Árvores amostrais

KING³⁷ diz que as árvores amostras para determinação de índice de sítio, tendo-se como objetivo indicadores seguros de capacidade produtiva, devem ser as de maior estabilidade no talhão. As árvores devem permanecer na mesma posição relativa de copa através de toda sua vida, explica KING³⁷, sendo que dessa forma, sua tendência de crescimento pode ser acuradamente representada pelas curvas de índice de sítio. KING³⁷ citando Warrack, informa que este autor tem mostrado serem as árvores na classe de copa do-

minante as mais estáveis, e esta informação é confirmada por registros de crescimento de parcelas permanentes. Outro fator importante em seleção de árvores para determinação de índice de sítio, adverte KING³⁷, é a variação em suas alturas. A variação em altura apenas de árvores dominantes é muito menor do que em árvores dominantes e codominantes combinadas. KING³⁷ referendando Kerr, verificou que aproximadamente a metade das várias árvores-amostra precisam ser medidas afim de se obter a mesma acuracidade na determinação do sítio, caso a escolha seja restringida à árvores dominantes.

As curvas de índice de sítio, atualmente, são usadas para várias espécies e são baseadas em pares de dados de altura e idade tomados em árvores dominantes em uma certa ocasião. BRICKELL⁹ informa que tais dados são facilmente obtidos no curso de inventários florestais e são para certas espécies os únicos dados disponíveis. Conforme BRICKELL⁹, o método de Osborne-Schumacher resulta em curvas polimórficas, estabelecidas sobre o desvio padrão de resíduos a cerca da curva média da altura sobre a idade. Frações e múltiplos do desvio padrão são usados na construção das atuais curvas em vários níveis de índice de sítio.

4.4.3 Tipos de curvas

Os tipos de curvas classificam-se de acordo com o método utilizado na sua construção e, segundo ALDER², podem ser curvas provenientes de métodos gráfico ou analítico (análise de regressão).

4.4.3.1 Método gráfico

Os métodos padrões para a construção de curvas de índice de sítio usados até 1940, conforme descritos por SCHUMACHER⁵⁵, eram essencialmente gráficos. As curvas resultantes eram anamórficas, ou seja, era traçada uma curva guia, sujeita a subjetividade do autor como em qualquer outro método gráfico, e as demais curvas de índice de sítio eram traçadas de acordo com uma percentagem fixa, abaixo e acima da curva guia.

A diversidade nas formas das curvas de crescimento em altura, presumivelmente, é causada pelas diferentes combinações de fatores de sítio e mudanças na identidade dos fatores limites durante o desenvolvimento do talhão, conforme descreveu JONES³⁶. Essas mudanças podem resultar, continua o autor, em rápido crescimento juvenil e deterioração inicial de crescimento em alguns sítios, enquanto em outros, o crescimento juvenil pode ser moderado, mas pouco lento em maturidade. Diferenças genéticas indubitavelmente contribuem, em algum grau, para a forma diversificada das curvas na maioria, se não em todas as espécies.

Ao tratar dos tipos de curvas, SPURR⁶² diz que as curvas anamórficas, também denominadas curvas harmônicas ou monomórficas, podem ser construídas a partir de dados de parcelas temporárias, na qual é ajustado uma curva mestre da altura em função da idade.

Curvas de índice de sítio harmonizadas ou monomórficas são baseadas nas relações entre idade e altura dominante de um povoamento. FISHWICK²⁷ diz que após um desbaste, a inclinação da curva

guia não será a mesma das curvas de crescimento biológico polimórficas, derivadas da análise de tronco, a qual estará sempre abaixo por causa das mudanças aritméticas na altura, ocasionadas pelos desbastes. FISHWICK²⁷ e JONES³⁶ informam que as diferenças de altura entre as curvas de índice de sítio, como uma percentagem da altura, não mudam com a idade, ou seja, não mudam ao longo da vida do talhão. Quanto maior o número de dados que estiverem disponíveis, cobrindo uma maior distribuição de classes de idade e aproximando-se do final da rotação, tanto mais deve-se levar em consideração mudanças nas formas ou inclinações das curvas em função da idade e do meio ambiente, declaram os autores.

KING³⁷ aponta um defeito do método da curva média, ou seja, as curvas de sítio não representarão o desenvolvimento de altura em relação a idade se a curva guia está distorcida. Isso pode ocorrer onde observações não são igualmente distribuídas através da amplitude dos sítios em todas as idades. Outra questão levantada por KING³⁷, é se a tendência de crescimento natural varia em forma, nos diferentes níveis de índice de sítio, então as séries anamórficas não irão representar a relação altura-idade em algumas porções dentro dos limites da amplitude dos índices de sítio.

4.4.3.2 Método analítico

Uma descrição dos diferentes métodos utilizados na construção de curvas de índice de sítio é apresentada na sequência. Os métodos matemáticos são aplicados quando há computadores disponíveis e

quando o número de dados é muito grande, porém, não significa necessariamente que são os melhores.

Para se estimar índice de sítio, a idade do talhão e a altura média de várias árvores dominantes são determinadas e, conforme JONES³⁶, em alguns sistemas primitivos a média de uma amostragem de ambas as classes de copas, dominante e codominante, são usadas. JONES³⁶ informa que recentemente a regressão múltipla da altura sobre a idade e sobre índice de sítio tem sido muito usada. O procedimento geral é similar aos primeiros métodos gráficos, exceto que a forma da curva obedece a forma da equação selecionada e as curvas são ajustadas pelo método dos mínimos quadrados.

Pelo método da curva média ou curva guia, KING³⁷ explica que a completa determinação de curvas de sítio é baseada em uma única curva guia de altura média de árvores dominantes e codominantes sobre a idade. As outras curvas, em séries, são colocadas acima e abaixo da curva mestre. Assim, a forma de todas as curvas é proporcional à forma da curva guia, sendo que esta série de curvas é chamada anamórfica, enquanto que a série de curvas em que a forma varia de sítio para sítio é chamada polimórfica.

De acordo com CLUTTER et al.¹⁸, neste método comumente se usa o modelo original sugerido por Schumacher, proporcionando uma família de curvas de altura e idade com a seguinte fórmula:

$$H = a \exp(b - 1/I) \quad (\text{eq. 4.1})$$

onde: H = altura da árvore ou talhão em uma idade I ;
 I = idade da árvore ou talhão;
 a, b = constantes.

Observam os autores, que para uma família de curvas anamórficas, quaisquer duas curvas i e j , são uma constante para todas as idades, isto é, uma curva é uma proporção pré-fixada da outra:

$$\frac{H_i}{H_j} = \frac{a_{oi} \exp(b(1/I))}{a_{oj}} \quad (\text{eq. 4.2})$$

onde: $\exp(b(1/I)) = \frac{a_{oi}}{a_{oj}}$

Normalmente, a equação 4.1 é usada de forma logarítmica:

$$\ln(H_i) = \ln(a_{oi}) + b(1/I) \quad (\text{eq. 4.3})$$

Como a família de curvas resulta em linhas proporcionais entre si, simplesmente ajusta-se uma equação da seguinte forma:

$$\ln(H) = a + b(1/I) \quad (\text{eq. 4.4})$$

As curvas de índice de sítio referem-se a uma idade índice I_0 , isto é, cada curva obtida com o valor de altura na idade índice. Para se obter uma determinada curva de índice de sítio, tem-se:

$$\ln(H) = a_{oi} + b(1/I) \quad (\text{eq. 4.5})$$

onde: a = intercepto unicamente associado com cada índice de sítio particular.

Quando a idade I do talhão for igual a idade índice I_0 , que é a situação no momento da determinação das curvas, a altura por definição, indica CLUTTER et al.¹⁸, deve ser igual ao índice de sítio, então:

$$a_{oi} = \ln(S) - b(1/I_0) \quad (\text{eq. 4.6})$$

onde: S = índice de sítio.

Assim, substituindo-se a_{0i} da equação 4.6 na equação 4.5, tem-se:

$$\ln(H) = \ln(S) + b\left(\frac{1}{I} - \frac{1}{I_0}\right) \quad (\text{eq. 4.7})$$

ou

$$\ln(S) = \ln(H) - b\left(\frac{1}{I} - \frac{1}{I_0}\right) \quad (\text{eq. 4.8})$$

De acordo com FARRAR²⁶, o processamento eletrônico de dados para a confecção de curvas de índice de sítio permite que se descreva as relações de interesse através de equações ao invés do uso de gráficos. A partir de uma curva guia, são determinadas percentagens fixas para os demais índices da espécie em estudo.

Derivação das equações através do método de regressão, segundo FARRAR²⁶:

$$\log(H) = a + b\left(\frac{1}{I}\right) + c\left(\frac{1}{I}\right)^2 + d\left(\frac{1}{I}\right)^3 + e\left(\frac{1}{I}\right)^4 \quad (\text{eq. 4.9})$$

onde: H = altura total;

I = idade em anos.

O modelo da curva guia é transformado para índice de sítio:

$$\log(S) = a + b\left(\frac{1}{I_0}\right) + c\left(\frac{1}{I_0}\right)^2 + d\left(\frac{1}{I_0}\right)^3 + e\left(\frac{1}{I_0}\right)^4 \quad (\text{eq. 4.10})$$

onde: I_0 = idade índice.

Subtraindo-se a equação 4.9 da 4.10, tem-se então:

$$\log(S) = \log H + b\left(\frac{1}{I_0} - \frac{1}{I}\right) + \dots + e\left[\left(\frac{1}{I_0}\right)^4 - \left(\frac{1}{I}\right)^4\right] \quad (\text{eq. 4.11})$$

Da mesma maneira, subtraindo-se (2) de (1), obtem-se a seguinte expressão:

$$\log(H) = \log S + b(1/I - 1/I_0) + \dots + c[(1/I)^4 - (1/I_0)^4] \quad (\text{eq. 4.12})$$

A análise de regressão é uma das melhores e mais eficientes técnicas na construção de curvas de índice de sítio, sendo que HEGER³³ fez uso da regressão linear para expressar a relação entre índice de sítio e altura, que determinam as ordenadas H_i dos pontos que definem as curvas. Conforme HEGER³³, a forma geral da regressão é:

$$H_i = a_i + b_i(S) \quad (\text{eq. 4.13})$$

onde S pode ser definido como a altura alcançada em uma determinada idade índice. Para uma idade índice de x :

$$H_i = a_i + b_i(H_x) \quad (\text{eq. 4.14})$$

STOUT & SHUMWAY⁶⁵ também definem índice de sítio como o valor da altura em uma idade de referência, porém, ressaltam que as variáveis altura e idade não são fáceis de se medir. Aqueles mesmos autores também indicam as possibilidades para a ocorrência de polimorfismo nas curvas de altura. Estes dois fatores causam erros nos valores de índice de sítio assim como também, dão origem a erros de extrapolação. Na determinação do índice de sítio usando-se diâmetro e altura, STOUT & SHUMWAY⁶⁵ usaram a equação sugerida por Meyer:

$$H = 4.5 + S[1 - \exp(-bD)] \quad (\text{eq. 4.15})$$

onde: H = altura total;

D = diâmetro a altura do peito (DAP);

S = coeficiente para a assíntota;

b = constante;

e = base dos logaritmos neperianos.

O coeficiente b representa um caráter da espécie e S a assíntota, e são uma função do índice de sítio. Resolvendo-se S , tem-se:

$$S = \frac{H - 4.5}{1 - \exp(bD)} \quad (\text{eq. 4.16})$$

Com dados de altura e diâmetro de classes de sítio é possível estimar S , uma vez que o coeficiente b tenha sido determinado para a espécie em particular.

No estudo científico de BAILEY & CLUTTER⁵, o modelo adotado foi:

$$H = f(I, S, P_k)$$

onde: H = média da altura dominante;

I = idade base do talhão;

S = índice de sítio;

P_k = vetor de k parâmetros.

Para se determinar as curvas de índice de sítio anamórficas, presume-se que $\log(H)$ é uma função linear de $(1/I)^c$, então:

$$\log(H) = a_i + b(1/I)^c \quad (\text{eq. 4.17})$$

onde: a_i = parâmetro específico para o i -nésimo índice de sítio;

b = parâmetro comum de inclinação de regressão;

$c > 0$ = parâmetro de linearização.

Na função de BAILEY & CLUTTER⁵, os valores de S são análogos aos valores de a_i na equação 4.17 e são parâmetros específicos de sítio do modelo. Esta função proporciona estimativas para um parâ-

metro de índice específico, de acordo com os pares de dados de altura e idade. Tomando-se a idade índice I_o para as curvas desejadas e S_i para os valores correspondentes de altura, tem-se:

$$\log(S_i) = a_i + b(1/I_o)^c \quad (\text{eq. 4.18})$$

$$a_i = \log(S_i) - b(1/I_o)^c \quad (\text{eq. 4.19})$$

Substituindo-se o termo a_i da equação 4.19 em 4.17:

$$\log(H) = \log(S_i) + b(I^c - I_o^c) \quad (\text{eq. 4.20})$$

BAILEY et al.⁶ usaram a generalização de Chapman-Richards da equação de Von Bertalanffy, como modelo matemático, para expressar a curva guia do conjunto de curvas anamórficas:

$$H = a[1 - \exp(-bI)]^c \quad (\text{eq. 4.21})$$

onde: H = média das alturas dominantes e codominantes;

I = idade do talhão;

a, b, c = parâmetros a serem estimados, sendo que o índice de sítio é uma função da idade e idade índice.

$$H = S \left[\frac{1 - \exp(-bI)}{1 - \exp(-bI_o)} \right]^c \quad (\text{eq. 4.22})$$

Estimando b e c da equação 4.22, BAILEY et al.⁶ compararam as novas curvas com as publicadas na Miscellaneous Publication 50 (USDA Forest Service, 1929) e com as curvas de Bennett et al. (1959). As novas curvas coincidiram aproximadamente com as da Miscellaneous Publication 50. Além disso, foram feitas comparações com a nova curva guia e a curva da Miscellaneous Publication 50 de

igual índice de sítio:

$$S = a[1 - \exp(-bI)] \quad (\text{eq. 4.23})$$

BRICKELL⁹ ao determinar a relação entre altura e idade para a confecção de curvas polimórficas de índice de sítio para "Engelman spruce", selecionou a seguinte equação de crescimento:

$$H^{1-m} = a^{1-m}[1 - b \exp(-cI)] \quad (\text{eq. 4.24})$$

onde: H = altura total das árvores;

I = idade total das árvores;

a, b, c, m = coeficientes estimados pelo método dos mínimos quadrados.

BRICKELL⁹ observa que a altura das árvores dominantes não é somente uma função da idade, mas também do sítio onde as árvores estão crescendo. Portanto, BRICKELL⁹ introduziu o índice de sítio na equação da altura como uma variável independente, expressando os coeficientes da equação 4.24 como uma função do índice de sítio:

$$a = b_0 + b_1 S + b_2 S^2 + b_3 S^3 \quad (\text{eq. 4.25})$$

$$c = \exp(b_0 + b_1 \ln S + b_2 \ln^2 S) \quad (\text{eq. 4.26})$$

$$m = \exp(b_0 + b_1 \ln S + b_2 \ln^2 S) \quad (\text{eq. 4.27})$$

onde: S = índice de sítio;

a, c, m = coeficientes da equação 4.24;

b_i = coeficientes a serem estimados na equação multivariada.

POPHAM et al.⁵² selecionaram, para a análise de seus dados, o modelo de FARRAR²⁶, permitindo assim que o índice de sítio para uma dada altura e idade fosse conseguido pela seguinte equação:

$$\log S = \log H \left\{ a(1/I - 1/I_0) + b(1/I^2 - 1/I_0^2) + \dots + [d(1/I^4 - 1/I_0^4)] \right\} \quad (\text{eq. 4.28})$$

e a altura para um dado índice de sítio e idade fosse obtida pela seguinte expressão:

$$\log H = \log S \left\{ a(1/I_0 - 1/I) + b(1/I_0^2 - 1/I^2) + \dots + [d(1/I_0^4 - 1/I^4)] \right\} \quad (\text{eq. 4.29})$$

onde: S = índice de sítio;

I = idade do povoamento ou talhão;

I_0 = idade índice ou idade de referência;

H = altura média de árvores dominantes e codominantes em uma determinada idade índice.

BAILEY et al.⁶ usaram a equação 4.21 para **P. elliottii**, uma generalização de Chapman-Richards da equação de Von Bertalanffy, utilizada anteriormente por Pienaar e Turnbull (1973), que foi escolhida como uma aproximação da curva guia. Geralmente é uma curva sigmóide com intercepto na origem, com inflexão e assíntota superior definida pelos parâmetros.

GROOTHOUSEN³² compara a fórmula de Husch com a fórmula espanhola e, para **P. oocarpa** Schiede em Honduras, a fórmula espanhola apresentou maior correlação entre os dados de altura e idade a 1,30 m.

$$\log H = a - b(1/I) \quad (\text{eq. 4.30})$$

$$H = I/(a + bI) \quad (\text{eq. 4.31})$$

onde: H = altura média do talhão;

I = idade;

a, b = parâmetros a serem estimados.

RAMIREZ⁵³ aponta como um dos principais requisitos para construção de modelos de crescimento, a classificação do sítio com

base na sua produtividade, da qual se obtém através da construção de curvas de altura-idade para diferentes classes de sítio. Recomenda, também, a altura dominante como variável de análise, por ser uma das menos afetadas pelos tratamentos silviculturais.

4.4.4 Validade das curvas de índice de sítio

Kirby, Curtis, Demars & Herman, Lloyd & Hafley, citados por MACHADO⁴⁰, afirmam que as árvores mais jovens possuem um crescimento mais instável do que as árvores mais velhas. A variância do crescimento em altura das árvores jovens é maior e, deste modo, a estimativa do índice de sítio em povoamentos jovens é altamente incerta.

Para que o índice de sítio propicie resultados válidos, declara JONES³⁶, os indivíduos que compõe o talhão devem ser todos da mesma idade, onde as alturas das árvores dominantes não tenham sido fortemente influenciadas pela história dos tratos silviculturais, como por exemplo os desbastes e o ataque de pragas.

CAMPOS & RIBEIRO¹², garantem que para os índices de sítio estabelecidos atenderem todas as parcelas amostrais, a distribuição dos pontos "plotados" das alturas dominantes observadas devem abranger toda a amplitude do feixe de curvas.

De acordo com SPURR⁶² e BECK & TROUSDEL⁸, as curvas anamórficas apresentam duas fontes principais de erros:

- a) as curvas anamórficas só são precisas quando a amostragem é adequadamente realizada, de maneira que a variação do índi-

ce de sítio seja igualmente representada em todas as idades e;

- b) as curvas anamórficas consideram que a influência da variação do sítio sobre a altura seja uniforme em todas as idades, de modo que a forma das curvas é a mesma para todas as classes de sítio.

Para a construção das curvas polimórficas, são necessários dados de medições repetidas em intervalos de tempo sucessivos, os quais são conseguidos com parcelas permanentes, análise de tronco ou análise dos verticilos anuais das espécies onde isto é possível.

MACHADO⁴⁰ evidencia, como principal vantagem das curvas polimórficas, o fato de que cada curva é desenvolvida a partir de dados obtidos em cada sítio.

Com relação à idade índice, HEGER³⁴ citando Strand e Tveite, afirma que as curvas de índice de sítio dependem desta variável sob pena de prejudicar a precisão das referidas curvas, ou seja, a grandeza do erro aleatório das estimativas de índice de sítio. HEGER³⁴ chegou a conclusão de que a idade índice possui tamanha importância na precisão das estimativas de índice de sítio, que nem mesmo uma grande amostragem de altura pode remover completamente o efeito. As curvas são, geralmente, comparadas para averiguar se estas são aplicáveis em outras regiões diferentes, ou de solos diferentes. HEGER³⁴ enfatiza que é preciso cautela para se assegurar que as curvas, sujeitas a comparações, sejam realmente fidedignas. Desconsiderando o erro de amostragem, outra possível fonte de erro pode ser a comparação de curvas com idade índice

incompatível.

BECK & TROUSDEL⁸ usaram curvas de índice de sítio anamórficas, na tentativa de identificar as fontes de erros em suas estimativas. A curva guia ou curva média das alturas sobre a idade é, frequentemente, distorcida devido aos padrões de regiões sem controle da madeira de corte. A distribuição da qualidade de sítio em todas as idades é improvável ser a mesma para populações plantadas e naturais. Um exemplo, dado por BECK & TROUSDEL⁸, é a predominância de sítios pobres nas classes de idade mais velhas. Este problema ocorre quando as árvores alcançam um tamanho de corte mais cedo em sítios bons e em talhões onde as melhores alturas podem não estarem presentes na amostragem. Logo, curvas provenientes desta amostragem apresentarão uma tendência para subestimativas em classes de sítio jovens e superestimativas em classes de sítio mais velhas.

A estabilidade dos índices de sítio ao longo do desenvolvimento do povoamento, conforme afirmou KING³⁷, é um fator essencial para se obter acuracidade nas aplicações dos índices em períodos alternados. Através da comparação da relação altura-idade com as curvas de índice de sítio, pode-se testar a estabilidade dos índices. A coincidência das alturas reais observadas com as alturas estimadas, indicam que há uma forte evidência de não tendenciosidade das curvas de índice de sítio.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 LOCAL

Os dados coletados para o desenvolvimento deste estudo foram coletados na Floresta Nacional (FLONA) de Três Barras, localizada no município de Três Barras, Estado de Santa Catarina^{2/}.

A Floresta Nacional de Três Barras está situada no planalto norte catarinense, em uma altitude de 760 metros sobre o nível do mar. O clima é do tipo Cfb, conforme descrição de Koppen, ou seja, as chuvas são bem distribuídas durante todo o ano e a temperatura média do mês mais frio se encontra abaixo de 18°C. O relevo nesta região é levemente ondulado e os solos são do tipo siltico argilosos e argilosos. Estes solos possuem boa capacidade de retenção de água, são compactados e, no geral, são excessivamente ácidos.

A cobertura vegetal da Floresta Nacional de Três Barras é formada de florestas naturais e plantadas e a área proporcional a cada uma está nas tabelas 1 e 2.

Os dados deste trabalho foram coletados entre os meses de outubro e novembro de 1990. A espécie escolhida para este estudo, foi o *P. elliotii* var. *elliotii* e sua escolha está baseada no critério de maior área de abrangência dentro dos limites da propriedade da Floresta Nacional de Três Barras. Este critério, aliado à amostragem sistemática, visa identificar a variação de produtividade existente no local.

^{2/} O acesso à Floresta Nacional de Três Barras se dá pela BR-280 na altura do quilômetro treze e sua localização geográfica está assinalada na figura 3.

A amostragem sistemática foi delineada na forma de uma rede de pontos, em que cada ponto de intersecção corresponde a uma unidade amostral. Para cada talhão foi pré-determinado uma quantidade de vinte e cinco unidades amostrais.

TABELA 1. TIPOLOGIA FLORESTAL OBSERVADA ATUALMENTE NA ÁREA DA FLORESTA NACIONAL DE TRÊS BARRAS.

TIPO FLORESTAL	ÁREA (ha)	(%)
Reflorestamento	2.011,16	45,10
A. angustifolia ^{3/}	767,16	17,23
Mata ciliar	634,69	14,23
Banhado	820,68	18,41
Lago, represa, tanque	6,73	0,15
Área não florestal	217,30	0,15
Total	4.458,50	100,00

Fonte: Relatório Final do Projeto Flonas FUFEP/IBAMA²⁸.

A variação do número de unidades amostrais (tabela 3), ocorreu em função da utilização de um mapa reduzido do original por fotocopiadora e, portanto, com determinação de escala aproximada, junto com possíveis erros de manuseio da bússola no campo.

^{3/} Floresta ombrófila mista de *Araucaria angustifolia*.

TABELA 2. DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES NA ÁREA REFLORESTADA DA FLORESTA NACIONAL DE TRÊS BARRAS.

ESPÉCIE	ÁREA (Ha)	PERCENTUAL DA ÁREA (%)
A. angustifolia	634,29	31,54
P. elliottii	937,21	46,60
P. taeda	390,10	19,40
Experimentos	49,56	2,46
Total	2.011,16	100,00

Fonte: Relatório Final do Projeto Flonas FUPEF/IBAMA²⁸.

TABELA 3. NÚMERO DE UNIDADES AMOSTRAIS DA REDE DE PONTOS POR TALHÃO DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA.

TALHÃO	NÚMERO DE UAP
64	25
66	25
67	26
76A	27
76B	26
76C	24
76D	24

TABELA 4. RESUMO DAS PRINCIPAIS INFORMAÇÕES (EXISTENTES E OBSERVADAS) DOS TALHÕES OBJETOS DESTE ESTUDO.

	TALHÕES						
	64	66	67	76A	76B	76C	76D
<i>Freq. / ha</i>	608	358	450	450	558	683	516
<i>Área(ha)</i>	23,3	27,0	50,9	56,3	28,8	56,6	15,6
<i>Área(m²) / árvore</i>	16,4	27,9	22,2	22,2	17,9	14,6	19,3
<i>Área(m²) / UAP</i>	394,8	670,3	533,2	533,2	430,0	351,3	465,1
<i>Área(m²)_{PREVISTA}</i>	9.780	16.758	13.332	13.332	10.752	8.784	11.628
<i>Área(m²)_{OBSERVADA}</i>	12.536	30.259	18.756	12.718	11.164	9.195	12.480
<i>P₁(% previsto)</i>	4,2	6,1	2,6	2,3	3,7	1,5	7,4
<i>P₂(% observado)</i>	5,3	11,1	3,6	2,2	3,8	1,6	7,9
<i>P₃(% aleatório)</i>	0,5	0,4	0,2	0,2	0,4	0,2	0,7
<i>Dist.(m) / UAP</i>	96,6	104,0	142,6	150,0	107,3	150,5	79,1
<i>N_{SISTEMÁTICO}</i>	67	77	170	209	109	220	56
<i>n_{SISTEMÁTICO}</i>	25	25	25	25	25	25	25
<i>n_{ALOCADO}</i>	25	25	26	27	26	24	24
<i>N_{ALEATÓRIO}</i>	389	452	849	940	480	944	261
<i>n_{ALEATÓRIO}</i>	2	2	2	2	2	2	2

5.2 UNIVERSO DE AMOSTRAGEM E POPULAÇÃO AMOSTRADA

A área escolhida ficou composta de sete talhões. Destes, três (64, 66 e 67) possuem vinte anos de idade e, os demais (76A, 76B, 76C e 76D), possuem idade de vinte e cinco anos. Outras informações, acerca destes talhões, estão resumidas na tabela 4.

As amostragens aleatória e sistemática foram aplicadas nos talhões selecionados. A amostragem aleatória foi delineada de forma que cada talhão foi abordado por uma ou duas unidades amostrais.

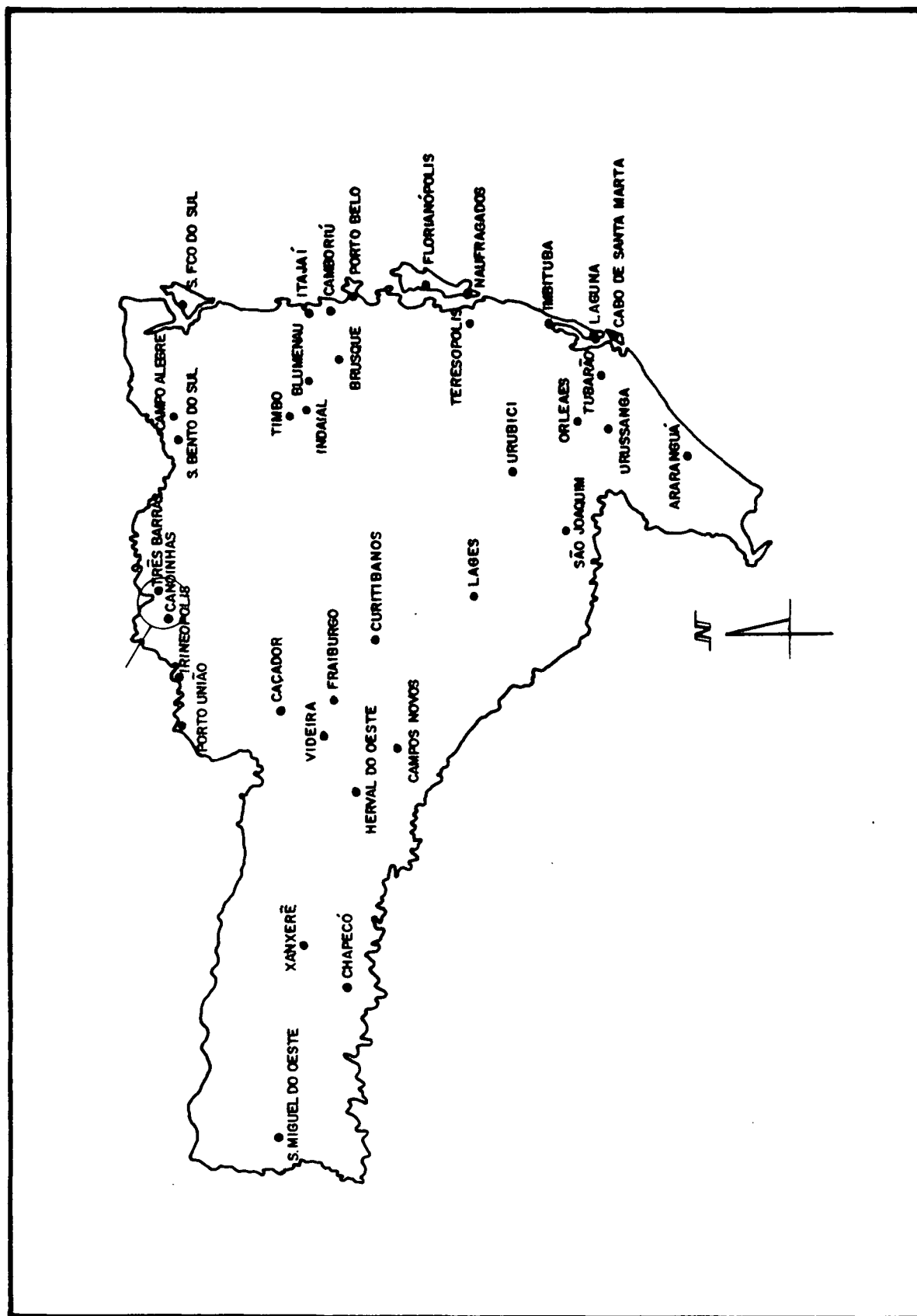


FIGURA 3. MAPA DO ESTADO DE SANTA CATARINA COM A LOCALIZAÇÃO ASSINALADA DO LOCAL DA FLORESTA NACIONAL DE TRÊS BARRAS. FONTE: EMPASC (EMPRESA..., 1980).

A distância entre as unidades amostrais, do processo sistemático, depende essencialmente da área do talhão, uma vez que o número de unidades amostrais foi pré-fixado em vinte e cinco. A área das unidades amostrais sofrerá influência direta da densidade populacional, variando a cada local de instalação, devido ao número constante de árvores abordadas. Normalmente, o tamanho das unidades amostrais de inventários de florestas plantadas, é definido em termos de área e não em número de árvores. O procedimento indicado pelo método da 6ª árvore de Prodan (1969), é simplesmente o inverso, ou seja, considera o número fixo das seis árvores mais próximas de um determinado ponto. Neste caso, o ponto se constituirá na sub-unidade do conglomerado, isto é, da unidade amostral secundária.

A viabilização operacional da amostragem sistemática, foi possível com o uso da metodologia dos conglomerados para as unidades amostrais e o método de amostragem da 6ª árvore de Prodan aplicado às sub-unidades. As principais razões para o uso da metodologia dos conglomerados e do método da 6ª árvore de Prodan (1969) no processo sistemático foram:

- a) facilidade de instalação das unidades amostrais;
- b) os talhões foram anteriormente submetidos a desbastes e, conseqüentemente, não existem condições para indentificação das linhas e entre linhas e;
- c) dificuldade em se estabelecer um tamanho de unidade amostral adequado, já que não havia estudos preliminares a este respeito e nem condições de realizá-lo.

TABELA 5. ÁREA DOS RESPECTIVOS TALHÕES ABORDADOS PELAS AMOSTRAGENS ALEATÓRIA E SISTEMÁTICA.

TALHÃO	ÁREA (ha)	ANO DE PLANTIO
64	23,34	1965
66	27,07	1965
67	50,90	1965
76A	56,37	1970
76B	28,80	1970
76C	56,62	1970
76D	15,64	1970

Fonte: Relatório Final do Projeto Flonas FUPEF/IBAMA²⁸.

TABELA 6. NÚMERO DE UNIDADES AMOSTRAIS DA AMOSTRAGEM ALEATÓRIA E SISTEMÁTICA.

TALHÃO	AMOSTRAGEM ALEATÓRIA		AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA
	Nº de UAF	UAF de Nº	Nº de UAP
64	2	08/15	25
66	2	07/22	25
67	2	10/15	26
76A	2	05/18	27
76B	2	06/17	26
76C	2	09/24	24
76D	2	12/16	24

onde:

UAF = unidade amostral de área fixa (600 m^2) do processo aleatório numeradas com pontos equivalentes às do processo sistemático.

UAP = unidade amostral primária (conglomerado) do processo sistemático.

5.3 AMOSTRAGEM INTEIRAMENTE ALEATÓRIA

A locação das unidades amostrais, de área fixada em 600 m^2 , da amostragem inteiramente aleatória, ao invés de seguir o sistema de sorteio de coordenadas cartesianas, obedeceu o critério de aleatorização de um dos pontos da rede amostral sistemática. Isto significa que duas unidades amostrais de área fixa, do processo aleatório, estão localizadas em pontos correspondentes a duas unidades amostrais do processo sistemático. As demais regras da amostragem inteiramente aleatória, desde a instalação de unidades amostrais até a análise estatística, foram seguidas de acordo com os procedimentos usuais adotados pela maioria das empresas florestais.

A localização, no mapa, das unidades amostrais do processo aleatório, pode ser identificada através da visualização da tabela 6, ou seja, os números correspondentes à rede de pontos da

amostragem sistemática em duas dimensões que estão nas figuras 7 à 13.

5.3.1 Notação

n = número de unidades amostrais;

N = número total de unidades amostrais na população;

y_i = variável de interesse (volume em m^3/ha), medida na i -ésima unidade amostral;

\bar{y} = média da unidade amostral, uma estimativa da média populacional;

s^2 = variância da amostragem;

s = desvio padrão da amostragem;

s_y^2 = variância da média;

s_y = erro padrão da média;

\hat{Y} = total estimado para a população;

$cv\%$ = coeficiente de variação percentual;

$E\%$ = erro padrão admissível como uma percentagem da média.

5.3.2 Fórmulas usadas na análise estatística da amostragem inteiramente aleatória

a) média:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$$

b) variância:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{y})^2}{(n-1)}$$

c) variância da média:

$$s_y^2 = \frac{s^2}{n} \left\{ \frac{(N-n)}{N} \right\}$$

d) total estimado para a população:

$$\hat{Y} = N\bar{y}$$

e) intensidade amostral:

$$n = \frac{\left(t^2 s^2 \right)}{\varepsilon^2}$$

f) coeficiente de variação:

$$cv\% = \frac{s}{\bar{y}} (100)$$

g) erro padrão percentual:

$$E\% = \frac{s_y}{\bar{y}} (100)$$

5.4 AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA

A utilização da amostragem sistemática visa obter condições para a realização de um mapeamento das classes de índice de sítio. O mapeamento das unidades amostrais em classes de índice de sítio foi realizado com a variável altura dominante, definida como sendo a média das 100 árvores de maior diâmetro por hectare. Este conceito é usado para coníferas, conforme salientou ASSMANN³, em função de serem usualmente sujeitas a desbastes seletivos por

baixo, isto é, quando a seleção das árvores a abater inicia-se pelas classes sociais inferiores do povoamento florestal. Desta forma, evita-se a influência dos desbastes na variável altura dominante (índice de sítio).

O tamanho das unidades amostrais foi escolhido levando-se em consideração o tempo da alocação no campo e a comodidade de instalação, desde que considerados os aspectos estatísticos. Deste modo, optou-se pelo método da 6ª árvore de Prodan (1969). Porém, foi necessário criar um conglomerado de quatro sub-unidades, pelo simples fato de que nem todos os talhões selecionados provavelmente teriam, pelo menos, uma árvore dominante se a unidade amostral fosse de apenas seis árvores (tabela 7). Neste caso, cada sub-unidade do conglomerado é definida como as seis árvores mais próximas de um ponto central.

Usando-se unidades amostrais em forma de conglomerados, as chances de não ocorrência de, pelo menos, uma árvore dominante em cada conglomerado são remotas. Por este motivo, adotou-se o conglomerado como unidade amostral (figura 1). As sub-unidades amostrais possuem área variável de acordo com a frequência de árvores por unidade de área, que muda de local para local. Para que não ocorra sobreposição de áreas das sub-unidades, é necessário que a soma de dois raios, dentre todos, não seja superior a 28,28 m (segmento diagonal da figura 1). Nos dados coletados conforme o método da 6ª árvore de Prodan (1969) e o esquema de conglomerados, não se verificou sobreposições de área das unidades amostrais secundárias.

As unidades amostrais foram alocadas no campo, seguindo-se um padrão sistemático, na forma de uma rede de pontos equidistantes, ou seja, amostragem sistemática em duas dimensões. Utilizando-se do mapa do talhão, traçou-se uma reta no sentido de seu maior comprimento e, de forma análoga, uma reta na perpendicular. As demais linhas foram traçadas obedecendo-se um valor de distância específico para cada talhão (tabela 7). Esta distância, entre as unidades amostrais, varia nos talhões devido suas diferentes áreas e frequências de árvores por hectare, uma vez que o número de pontos foi fixado em vinte e cinco. A relação $D^2 = a/P$, sugerida por HUSCH et al.³⁵, foi usada na tabela 7.

TABELA 7. COMPARAÇÃO ENTRE UNIDADES AMOSTRAIS DO MÉTODO DA 6ª ÁRVORE E CONGLOMERADOS EM FUNÇÃO DO CONHECIMENTO PRÉVIO DA FREQUÊNCIA POR HECTARE.

TALHÃO	ÁREA MÉDIA m^2		Nº DE ÁRVORES DOMINANTES	
	UAS	UAP	UAS	UAP
64	98,70	394,80	0,98	3,95
66	167,58	670,32	1,68	6,70
67	133,32	533,28	1,33	5,33
76A	133,32	533,28	1,33	5,33
76B	107,52	430,08	1,08	4,30
76C	87,84	351,36	0,88	3,51
76D	116,28	465,12	1,16	4,65

onde: UAS = unidade amostral em que a partir de um ponto central são selecionadas as seis árvores mais próximas (método da 6ª árvore de Prodan).

UAP = formado por quatro UAS do método da 6ª árvore.

5.4.1 Notação

a_{ij} = área da unidade amostral primária (UAP);

m = número de sub-unidades(UAS) da unidade amostral(UAP);

L = número de estratos na população;

n = número total de unidades amostrais medidas para todos os estratos;

n_h = número total de unidades amostrais no h-ésimo estrato;

N = número total de unidades amostrais na população;

N_h = número total de unidades amostrais no h-ésimo estrato;

y_{ih} = variável de interesse (volume em m^3 / ha) medida na i-ésima unidade amostral do h-ésimo estrato;

y_h = média estimada de Y para o estrato;

y_{st} = média estratificada de Y para a população;

W_h = proporção da área florestal total no h-ésimo estrato;

\hat{Y} = total estimado de Y para a população;

s_{st}^2 = variância estratificada estimada para a população;

s_{yst}^2 = variância da média estratificada estimada para a população;

$cv\%$ = coeficiente de variação percentual;

$E\%$ = erro padrão admissível como uma percentagem da média.

TABELA 8. DISTÂNCIAS ENTRE AS UNIDADES AMOSTRAIS, PROPORÇÃO DA ÁREA DA UNIDADE AMOSTRAL POR TALHÃO E ÁREA MÉDIA OCUPADA PELO CONGLOMERADO.

TALHÕES	ÁREA: (a) <i>ha</i>	PROPORÇÃO: (P)	DISTÂNCIA: (D) <i>m</i>
64	394,80	0,0423	96,61
66	670,32	0,0619	104,06
67	533,28	0,0262	142,67
76A	533,28	0,0237	150,00
76B	430,08	0,0373	107,38
76C	351,36	0,0155	150,56
76D	465,12	0,0743	79,12

5.4.2 Fórmulas usadas na análise estatística da amostragem sistemática em duas dimensões

5.4.2.1 Análise estatística da amostragem sistemática aplicada independentemente em cada talhão

a) média ponderada das unidades amostrais secundárias:

$$\bar{y}_i = \frac{\sum_{j=1}^m a_{ij} y_{ij}}{\sum_{j=1}^m a_{ij}}$$

b) variância ponderada das unidades amostrais primárias:

$$s_{y_i}^2 = \left[\frac{\sum_{j=1}^m a_{ij} y_{ij}}{\sum_{j=1}^m a_{ij}} - \left(\frac{\sum_{j=1}^m a_{ij} y_{ij}}{\sum_{j=1}^m a_{ij}} \right)^2 \right]$$

c) média quadrática dentro das unidades amostrais primárias:

$$MQ_{(dentro)} = \frac{\sum_{i=1}^n s_{y_i}^2}{n}$$

d) média quadrática entre as unidades amostrais primárias:

$$MQ_{(entre)} = \frac{\sum_{i=1}^n m(\bar{y} - y)^2}{(n-1)}$$

e) variância dentro das unidades amostrais:

$$s_d^2 = MQ_{(dentro)}$$

f) variância entre as unidades amostrais primárias:

$$s_e^2 = \frac{MQ_{(entre)} - MQ_{(dentro)}}{m}$$

g) variância total:

$$s_T^2 = s_e^2 + s_d^2$$

h) coeficiente de correlação intra conglomerados:

$$\rho = \frac{s_e^2}{s_T^2}$$

i) variância da média:

$$s_y^2 = \frac{s_T^2}{nm} \{1 + \rho(m-1)\}$$

j) intensidade amostral:

$$n = \frac{t^2 s_T^2}{\varepsilon^2 m} \{1 + \rho(m-1)\}$$

onde: $\varepsilon^2 = (\text{LE} \bar{y})^2$

h) média ponderada das unidades amostrais primárias:

$$\bar{y} = \sum_{i=1}^n W_i \bar{y}_i$$

onde:
$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^m a_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij}}$$

5.4.2.2 Análise estatística da amostragem sistemática estratificada por talhão

a) média estratificada:

$$\bar{y}_{st} = \sum_{h=1}^L W_h \bar{y}_h$$

onde: $W_h = \frac{N_h}{N}$

b) variância estratificada:

$$s_{y_{st}}^2 = \sum_{h=1}^L W_h s_h^2$$

onde:

s_h^2 = variância total (s_T^2) do talhão que representa o estrato;

c) variância da média estratificada:

$$s_{y_{st}}^2 = \frac{1}{N^2} \sum_{h=1}^L \left[\frac{N_h^2 s_h^2}{n_h} \left(\frac{1 - n_h}{N_h} \right) \right]$$

d) distribuição das unidades amostrais sobre os estratos conforme a alocação de Neyman:

$$n_h = \frac{N_h s_h}{\left(\sum_{h=1}^L N_h s_h \right) n}$$

$$\text{onde: } n = \frac{t^2 \left(\sum_{h=1}^L W_h S_h \right)^2}{E^2 + t^2 \frac{\left(\sum_{h=1}^L W_h S_h^2 \right)}{N}}$$

e) número efetivo de graus de liberdade, usando-se a fórmula de Satterwaithe:

$$n_e = \frac{\left(\sum_{h=1}^L g_h S_h^2 \right)^2}{\frac{\sum_{h=1}^L (g_h^2 S_h^4)}{(n_h - 1)}}$$

$$\text{onde: } g_h = \frac{N_h(N_h - n_h)}{n_h}$$

f) intervalo de confiança para a média:

$$\text{IC} \left[\bar{y}_{st} - ts_{\bar{y}_{st}} < \mu < \bar{y}_{st} + ts_{\bar{y}_{st}} \right] = P\%$$

g) total estimado da população:

$$\hat{Y} = A \bar{y}_{st}$$

onde: A = área total em hectares.

O total estimado da população, quando se trabalha com conglomerados, deve ser estimado através do procedimento do item

"g", ou seja, é a multiplicação da área total pela média, ambas em unidades de hectare.

h) intervalo de confiança para o total da população:

$$IC \left[\bar{A}y_{st} - Ats_{y_{st}} < \mu < \bar{A}y_{st} + Ats_{y_{st}} \right] = P\%$$

i) estimativa mínima de confiança:

$$EMC = \bar{A}y_{st} - Ats_{y_{st}}$$

5.5 VARIÁVEIS MEDIDAS

A coleta de dados à campo está, obviamente, vinculada aos objetivos pré-estabelecidos do trabalho, mas também está relacionada com o uso de informações existentes para o local. Neste caso, utilizou-se a equação de volume de Schumacher-Hall, para a determinação do volume das árvores, e uma equação que expressa a altura dominante em função da idade, para a classificação de índice de sítio. Ambas as equações foram retiradas do Relatório Final do Projeto Flonas FUFPEF/IBAMA²⁸.

Neste contexto, as variáveis necessárias para se gerar a produção e sua classificação e mapeamento, são o diâmetro a altura do peito (DAP), altura total e altura dominante.

O cálculo da produção volumétrica, até o presente momento, foi baseado em equação volumétrica, modelo de Schumacher-Hall, desenvolvida para a espécie de **Pinus elliottii** var. **elliottii** na Floresta Nacional de Três Barras.^{4/}

Inicialmente, de posse do mapa dos talhões, com a rede de pontos configurada, identificou-se a linha, o ponto central do conglomerado (UAP) e os quatro pontos das sub-unidades (UAS). Na sequência, foram identificadas as seis árvores mais próximas do ponto central das quatro sub-unidades, medindo-se seus diâmetros e alturas respectivas, e para a 6ª árvore de cada UAS, mediu-se a distância que a separa do centro da correspondente UAS.

5.6 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO VOLUMÉTRICA

5.6.1 Determinação do volume total de madeira com casca das unidades primárias e secundárias

O volume total de madeira com casca das unidades amostrais, tanto da amostragem sistemática como da aleatória, foi obtido através do uso de uma equação de volume. Esta equação de volume foi ajustada em um estudo anterior, através do Projeto Flonas

^{4/} As informações referentes ao ajuste do modelo de Schumacher-Hall foram fornecidas pela administração da Floresta Nacional de Três Barras/SC e estão contidas no Relatório Final do Projeto Flonas FUPEF/IBAMA²⁸.

FUPEF/IBAMA²⁸, e dentre vários modelos o de Schumacher-Hall foi o selecionado.

$$\ln v = \ln b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h$$

onde: v = volume total com casca da árvore;

d = diâmetro a altura do peito (DAP);

h = altura total;

b_0, b_1, b_2 = constantes.

A equação de volume, de Schumacher-Hall, foi ajustada para *P. elliotii* var. *elliotii*, com base na cubagem de árvores distribuídas em classes de diâmetro e altura, conforme tabela 9.

5.6.2 Volume da Unidade Amostral Secundária ($V_{(UAS)_j}$)

O volume da UAS foi determinado aplicando-se a equação de volume, modelo de Schumacher-Hall, para cada árvore. O volume final é a somatória dos volumes de cada árvore. Porém, a 6ª árvore sofre um desconto da parte que não pertence a UAS, ou seja: $(1 - K)$.

$$V_j = \sum_{j=1}^5 V_j + (V_6 K)$$

5.6.3 Volume da Unidade Amostral Primária ($V_{(UAP)i}$)

O volume da UAP, ou seja, o conglomerado é, simplesmente, a soma dos volumes das UAS.

$$V_i = \sum_{j=1}^m V_j$$

TABELA 9. NÚMERO DE ÁRVORES CUBADAS PARA A EQUAÇÃO DE VOLUME COM CASCA DE SCHUMACHER-HALL.

Classe DAP	Altura Total (m)									Total
	6	16	18	20	22	24	26	28	30	
14			1							1
16				2						2
18			2	3						5
20		3	1	4	1	1	1			11
22	1		2		5					8
24					3		1			4
26			1	2	3	3				9
28				2	4	4	1			11
30				2	5	2	2			11
32					1	2	1			4
34				1	1	5	6	1		14
36			1	1	2	7	3	3	3	20
38						2	1	1	1	5
40						3	1	3		7
42							1	1		2
44									1	1
46							1			1
Total	1	3	8	17	25	29	19	9	5	116

Fonte: Relatório Final do Projeto Flonas FUPEF/IBAMA²⁸.

5.6.4 Volume médio por árvore da Unidade Amostral Secundária

$$(V_{(UAS)aj})$$

Este volume, é a média do volume das árvores da UAS, porém, levando-se em consideração, apenas, a parte K da 6ª árvore.

$$V_{(UAS)aj} = \frac{\sum_{j=1}^5 V_j + (V_6 K)}{(5 + K)}$$

5.6.5 Volume médio por árvore da Unidade Amostral Primária ($V_{(UAP)ai}$)

Esta variável, é a média dos volumes médios por árvore das UAS, que constituem a UAP:

$$V_{(UAP)ai} = \frac{V_{(UAS)aj}}{4}$$

5.6.6 Volume por hectare da Unidade Amostral Secundária ($V_{(UAS)/ha}$)

A transformação do volume da UAS para volume por hectare, consiste na multiplicação do volume médio por árvore pela frequência média correspondente desta UAS em um hectare (D_{ij}):

$$V_{(UAS)/Ha} = V_{(UAS)aj} D_{ij}$$

5.6.7 Volume por hectare da Unidade Amostral Primária ($V_{(UAP)/ha}$)

Analogamente ao item anterior, porém agora a nível de UAP, multiplica-se seu volume médio por árvore por sua densidade correspondente transformada por hectare.

$$V_{(UAP)/Ha} = V_{(UAP)a_i} D_i$$

5.7 CLASSIFICAÇÃO DE ÍNDICE DE SÍTIO

5.7.1 Equação da curva guia

Um modelo matemático para descrever a relação entre altura dominante e idade, curva guia, foi ajustado na execução do Projeto Flonas FUPF/IBAMA²⁸, para a espécie **P. elliotii** var. **elliotii**. A equação utilizada naquele estudo foi a seguinte:

$$h_{dom} = \frac{I^2}{(b_0 + b_1 I + b_2 I^2)}$$

onde: h_{dom} = altura dominante;

I = idade;

b_0, b_1, b_2 = constantes.

5.7.2 Curvas das classes e dos índices de sítio

A curva guia é obtida, então, através da aplicação do modelo altura-idade. As classes de índice de sítio, determinadas como proporções da curva guia, recobrem a amplitude de variação dos dados de altura dominante de todos os talhões, que fazem parte do universo de amostragem deste trabalho. Os índices de sítio, valores de altura em números pares, e suas classes possuem intervalos de dois metros. Os limites das classes de índice de sítio, bem como as curvas de índice de sítio, estão dispostos nas tabelas 10 e 11. Na mesma sequência, a ilustração das classes de índice de sítio e suas curvas, encontram-se nas figuras 4 e 5.

5.7.3 Classificação de índice de sítio

A classificação de índice de sítio é realizada, inicialmente, com a identificação das árvores de altura dominante por unidade amostral. O critério de seleção das árvores, adotado para coníferas, recomendado por ASSMANN³, é a altura dominante das 100 árvores com maior diâmetro por hectare. Na sequência, os dados de altura dominante obtidos na amostragem sistemática, são classificados de acordo com sua idade (20 e 25 anos) e situados dentro dos limites das classes de índice de sítio. As tabelas do Anexo II, mostram a altura dominante das unidades amostrais primárias agrupadas em classes de índice de sítio.

TABELA 10. LIMITES INFERIORES E SUPERIORES DAS CLASSES DE SÍTIO ORIGINADOS DE PROPORÇÕES DA CURVA GUIA (ALTURAS EM METROS E IDADES EM ANOS)

LIMITE DAS CLASSES DE SÍTIO							
IDADE	19	21	23	25	27	29	31
1	0,33	0,37	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54
2	1,09	1,21	1,32	1,44	1,55	1,67	1,78
3	2,07	2,29	2,50	2,72	2,94	3,16	3,37
4	3,14	3,47	3,80	4,13	4,46	4,79	5,12
5	4,24	4,69	5,14	5,58	6,03	6,48	6,92
6	5,34	5,90	6,47	7,03	7,59	8,15	8,72
7	6,41	7,09	7,76	8,44	9,11	9,79	10,46
8	7,45	8,23	9,01	9,80	10,58	11,37	12,15
9	8,44	9,32	10,21	11,10	11,99	12,88	13,76
10	9,38	10,37	11,35	12,34	13,33	14,32	15,30
11	10,28	11,36	12,44	13,52	14,60	15,69	16,77
12	11,13	12,30	13,47	14,64	15,81	16,99	18,16
13	11,94	13,19	14,45	15,71	16,96	18,22	19,48
14	12,70	14,04	15,38	16,72	18,05	19,39	20,73
15	13,43	14,84	16,26	17,67	19,09	20,50	21,91
16	14,12	15,61	17,09	18,58	20,07	21,55	23,04
17	14,78	16,33	17,89	19,44	21,00	22,55	24,11
18	15,40	17,02	18,64	20,26	21,88	23,50	25,12
19	15,99	17,67	19,36	21,04	22,72	24,41	26,09
20	16,55	18,30	20,04	21,78	23,52	25,27	27,01
21	17,09	18,89	20,69	22,49	24,29	26,09	27,88
22	17,60	19,45	21,31	23,16	25,01	26,87	28,72
23	18,09	19,99	21,90	23,80	25,71	27,61	29,51
24	18,56	20,51	22,46	24,41	26,37	28,32	30,27
25	19,00	21,00	23,00	25,00	27,00	29,00	31,00
26	19,43	21,47	23,52	25,56	27,60	29,65	31,69
27	19,83	21,92	24,01	26,10	28,18	30,27	32,36
28	20,22	22,35	24,48	26,61	28,74	30,87	33,00
29	20,60	22,77	24,93	27,10	29,27	31,44	33,61
30	20,96	23,16	25,37	27,57	29,78	31,99	34,19

TABELA 11. CENTROS DE CLASSE DE SÍTIO (CURVAS ANAMÓRFICAS) COM ALTURAS EM METROS E IDADES EM ANOS.

CENTRO DE CLASSES DE SÍTIO						
IDADE	20	22	24	26	28	30
1	0,35	0,38	0,42	0,45	0,49	0,52
2	1,15	1,26	1,38	1,49	1,61	1,72
3	2,18	2,39	2,61	2,83	3,05	3,26
4	3,31	3,64	3,97	4,30	4,63	4,96
5	4,47	4,91	5,36	5,81	6,25	6,70
6	5,62	6,18	6,75	7,31	7,87	8,43
7	6,75	7,43	8,10	8,78	9,45	10,13
8	7,84	8,62	9,41	10,19	10,97	11,76
9	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32
10	9,87	10,86	11,85	12,84	13,82	14,81
11	10,82	11,90	12,98	14,06	15,14	16,23
12	11,71	12,89	14,06	15,23	16,40	17,57
13	12,57	13,82	15,08	16,33	17,59	18,85
14	13,37	14,71	16,05	17,38	18,72	20,06
15	14,14	15,55	16,97	18,38	19,79	21,21
16	14,86	16,35	17,84	19,32	20,81	22,30
17	15,55	17,11	18,66	20,22	21,78	23,33
18	16,21	17,83	19,45	21,07	22,69	24,31
19	16,83	18,52	20,20	21,88	23,57	25,25
20	17,43	19,17	20,91	22,65	24,40	26,14
21	17,99	19,79	21,59	23,39	25,19	26,98
22	18,53	20,38	22,23	24,09	25,94	27,79
23	19,04	20,95	22,85	24,75	26,66	28,56
24	19,53	21,48	23,44	25,39	27,34	29,30
25	20,00	22,00	24,00	26,00	28,00	30,00
26	20,45	22,49	24,54	26,58	28,63	30,67
27	20,88	22,96	25,05	27,14	29,23	31,32
28	21,29	23,42	25,55	27,67	29,80	31,93
29	21,68	23,85	26,02	28,19	30,35	32,52
30	22,06	24,27	26,47	28,68	30,88	33,09

Na revisão de literatura, apresentada neste trabalho, foi enumerado vários exemplos de modelos matemáticos, equações de regressão lineares e não lineares, que descrevem a relação entre a altura dominante e a idade, índice de sítio, dentre outros vetores de parâmetros como cita BAILEY & CLUTTER⁵. No entanto, o desenvolvimeto de modelos para a classificação de índice de sítio através da altura dominante, é um trabalho que exige um planejamento da base de dados com precedência de vários anos, como por exemplo o estabelecimento de parcelas permanentes.

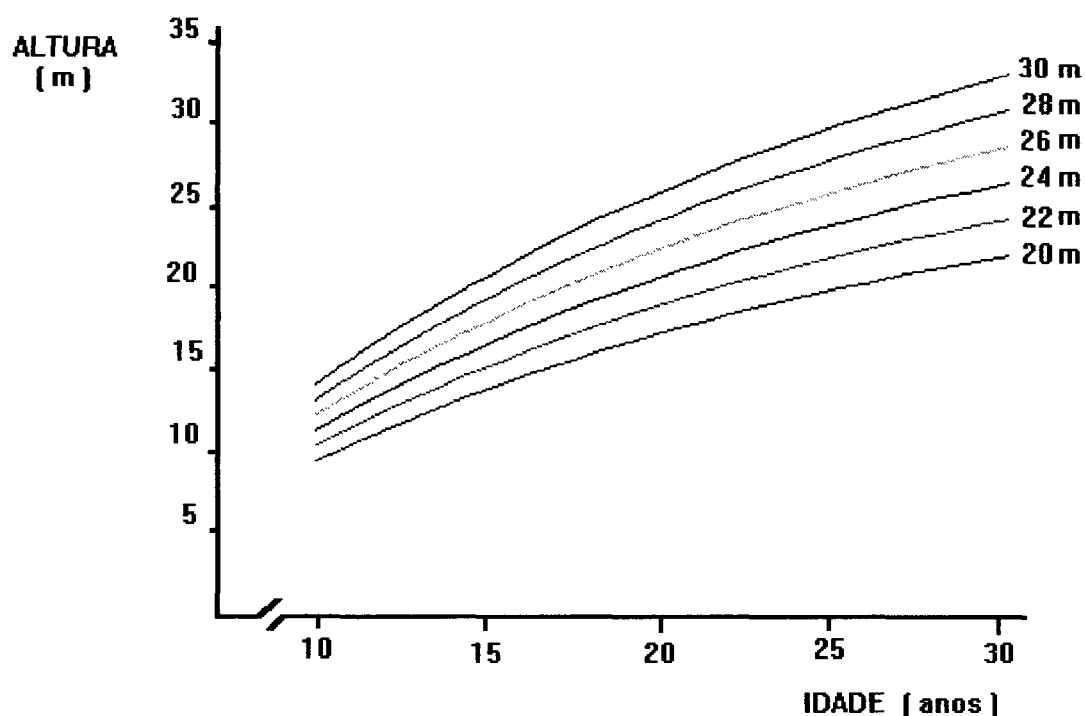


FIGURA 4. CURVAS DE ÍNDICE DE SÍTIO DETERMINADAS A PARTIR DE PROPORÇÕES DA CURVA GUIA.
FONTE DA CURVA GUIA: RELATÓRIO FINAL DO PROJETO FLONAS FUPEF/IBAMA²⁸.

Uma saída para este problema, inexistência de registros do crescimento ao longo do tempo, é a análise de tronco.

Em função de um conjunto de fatores, dentre eles o econômico, junto com os objetivos propostos neste trabalho, não foi previsto a determinação de curvas de índice de sítio. Este trabalho, pressupõe a existência das curvas de índice de sítio e faz uso da relação altura-idade, determinada na execução do Projeto Flonas FUFEP/IBAMA²⁸, bem como da equação de volume de Schumacher-Hall da mesma fonte.

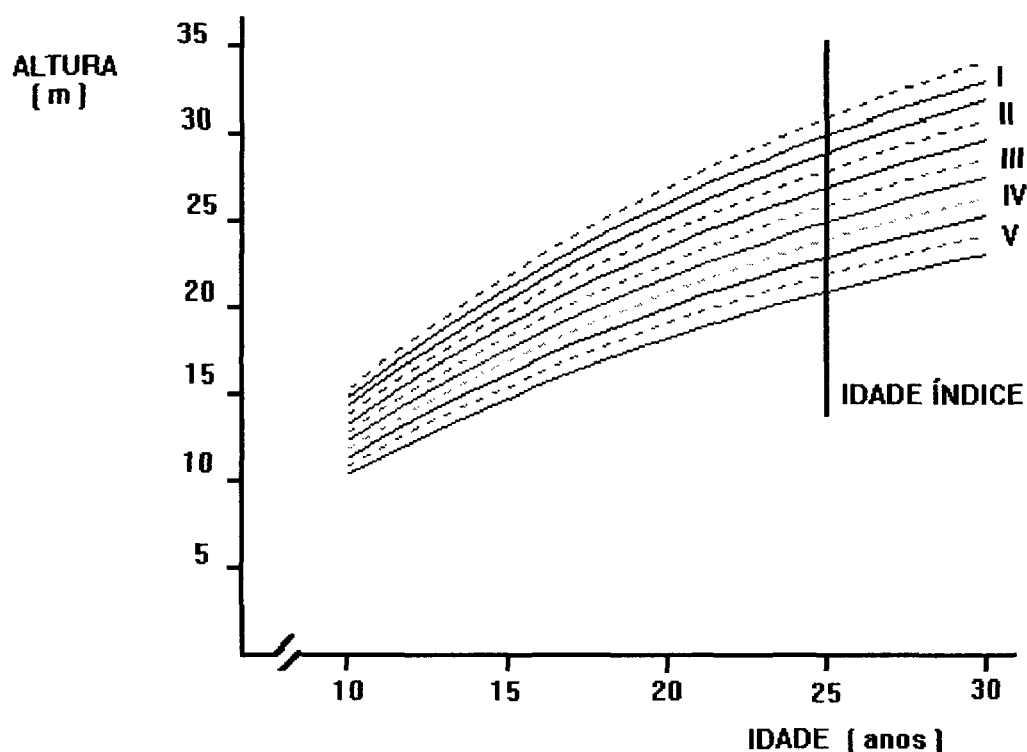


FIGURA 5. CURVAS DE CLASSES DE ÍNDICE DE SÍTIO DETERMINADAS A PARTIR DE PROPORÇÕES DA CURVA GUIA. FONTE DA CURVA GUIA: RELATÓRIO FINAL DO PROJETO FLONAS FUFEP/IBAMA²⁸.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 ANÁLISE DE VARIÂNCIA

6.1.1 Análise de variância do processo de amostragem inteiramente aleatório

A população, composta de sete talhões (figura 16), foi estratificada conforme a idade, ou seja, os talhões 64, 66 e 67 formam o estrato I (idade de plantio de 25 anos) e os talhões 76A, 76B, 76C e 76D constituem o estrato II (idade de plantio de 20 anos). As análises estatística e de variância são apresentadas nas tabelas 12 e 13 respectivamente.

TABELA 12. ESTATÍSTICA DA VARIÁVEL VOLUME EM METROS CÚBICOS POR HECTARE DA POPULAÇÃO DE SETE TALHÕES DIVIDIDA EM DOIS ESTRATOS EM FUNÇÃO DA IDADE.

Estrato	Idade (anos)	Média m^3 / ha	Variância $(m^3 / ha)^2$	D.Pad. m^3 / ha	$\sum Y$	$\sum Y^2$
I	25	462,04	30.007,23	173,23	2.772,21	1.430.894,66
II	20	471,09	1.774,76	42,13	2.826,53	1.340.421,67
Total					5.598,74	2.771.316,33

onde: n = seis unidades amostrais para cada estrato.

6.1.2 Análise de variância do processo de amostragem sistemático em duas dimensões

No processo de amostragem sistemática, a população foi dividida em estratos de acordo com os talhões para efeito de comparação com o processo inteiramente aleatório.

TABELA 13. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA POPULAÇÃO DE SETE TALHÕES DIVIDIDA EM DOIS ESTRATOS EM FUNÇÃO DA IDADE.

Fonte de Variação	G.L.	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
Entre (estratos)	1	245,91	245,91	0,017 NS
Dentro (estratos)	11	158.909,97	14.446,36	
Total	12	159.155,88	13.262,99	

É desejável, também, que as informações estejam disponíveis a nível de talhão, já que este é a unidade básica de manejo. Porém, o confronto das informações do processo sistemático com o do aleatório exigem uma mesma base de comparação, ou seja, o talhão. Esta comparação não é possível, uma vez que a amostragem inteiramente casualizada possui apenas duas unidades amostrais em cada talhão, que é um número insuficiente para se analisar estatisticamente a amostragem. Então, a divisão da população em estratos conforme os talhões para a amostragem sistemática, foi a maneira de agrupar as informações em um conjunto e assim proceder a

análise como um todo. O motivo da estratificação a nível de talhões, se deu devido a aplicação independente da amostragem sistemática. Neste momento, a amostragem sistemática em duas dimensões, para fins de análise estatística, tomou a forma de estratificada. Antes, porém, a amostragem sistemática estratificada deve ser validada com a análise de variância da divisão da população em estratos, caso contrário as novas informações estatísticas, também de caráter estratificado, estarão retepetindo as já existentes. A análise estatística e de variância, da amostragem sistemática, para a estratificação da população a nível de talhões, se encontra nas tabelas 14, 15 e 16.

TABELA 14. ESTATÍSTICA DA VARIÁVEL VOLUME EM METROS CÚBICOS POR HECTARE DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA ESTRATIFICADA EM FUNÇÃO DOS TALHÕES.

Estrato (Talhões)	Média m^3 / ha	Variância $(m^3 / ha)^2$	D.Pad. m^3 / ha	ΣY	ΣY^2
64	467,45	42.968,21	207,28	11.827,37	6.099.645,54
66	234,88	16.194,19	127,25	6.483,75	1.968.466,58
67	291,85	31.964,55	178,78	8.345,31	3.183.570,65
76A	377,26	30.498,01	174,63	11.122,51	5.559.055,55
76B	396,37	58.036,13	240,90	11.411,29	6.196.601,72
76C	411,19	52.493,05	229,11	10.938,01	5.570.584,82
76D	380,55	20.431,33	142,93	9.420,30	3.827.974,45
Total				69.548,58	32.405.899,33

TABELA 15. RESUMO DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA EM DUAS DIMENSÕES APLICADA INDEPENDENTEMENTE EM CADA TALHÃO.

	TALHÕES						
	64	66	67	76A	76B	76C	76D
\bar{y}	487,4	246,0	317,9	429,2	430,2	411,2	380,6
CV%	42,8	53,2	56,4	41,8	57,9	55,7	37,6
s_d^2	35.292,4	8.913,8	26.504,4	19.782,5	36.119,0	33.282,2	19.484,5
s_e^2	8.128,4	8.193,7	5.623,1	12.388,9	25.813,5	19.210,8	946,8
s_T^2	43.420,8	17.107,4	32.127,4	32.171,4	61.932,5	52.493,1	20.431,3
s_T	208,4	130,8	179,2	179,4	248,9	229,1	142,9
s_y^2	678,1	416,9	490,0	642,0	1.340,1	147,1	242,4
s_y	26,0	20,4	22,1	25,3	36,6	33,9	15,6
E%	5,3	6,5	7,0	5,9	8,5	8,2	4,1
ρ	0,2	0,5	0,2	0,4	0,4	0,4	0,1
n	8	6	16	20	14	26	5

TABELA 16. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA ESTRATIFICADA EM FUNÇÃO DOS TALHÕES.

Fonte de Variação	G.L.	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
Entre(estratos)	6	953.325,79	158.887,63	9,61**
Dentro(estratos)	16	2.660.872,69	16.527,16	
Total	167	3.614.198,47		

6.1.3 Mapeamento das classes de sítio

A questão, neste momento, é saber se a divisão da população em estratos de produtividade possui validade, ou seja, se a divisão é ou não significativa. O mapeamento das classes de índice de sítio foi feito a nível de talhão, isto é, a população se refere ao talhão, muito embora fosse possível a estratificação de toda a floresta, ignorando a divisão dos talhões. Na estratificação da produtividade, da floresta como um todo, é imprescindível, no entanto, que os estratos de classe de sítio sejam constituídos de povoamentos florestais de mesma idade, caso o critério de mapeamento seja a altura dominante em função da idade.

Em primeiro lugar, no procedimento de análise de variância, deve-se estabelecer quais são as fontes de variação existentes, ou seja, as variâncias dos elementos que formam a variância total da população. A amostragem sistemática em duas dimensões, o experimento a ser analisado, obedecerá os princípios do delineamento inteiramente casualizado. Inicialmente, foi considerado apenas duas fontes de variação, isto é, o tratamento (diferença entre classes de sítio) e o erro experimental (diferença dentro das classes de sítio). Então, considerando a classe de sítio como o tratamento e a única fonte de variação, adotou-se o procedimento de análise estatística e de variância como descrito por OSTLE & MENSING⁴⁴ e exemplificado nas tabelas 17 e 18. Os resultados destas análises, estatística e de variância, estão

apresentadas nos Anexos 3 e 4 respectivamente. As figuras de nº 6 a 10 mostram a localização geográfica, dentro dos talhões, das unidades amostrais com seu número de identificação e de classe de sítio.

TABELA 17. ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS CLASSES DE SÍTIO DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA.

Classe de Sítio	r_i	$\sum Y_{ij}$	\bar{y}_i	$\sum Y_{ij}^2$	$\sum Y_{ij}^2 / r_i$	$\sum y_{ij}^2$
I	r_1	$(Y_I)_j$	y_I	$(Y_I)_j^2$	$(Y_I)_j^2 / r_1$	$(y_I)_j^2$
II	r_2	$(Y_{II})_j$	y_{II}	$(Y_{II})_j^2$	$(Y_{II})_j^2 / r_2$	$(y_{II})_j^2$
III	r_3	$(Y_{III})_j$	y_{III}	$(Y_{III})_j^2$	$(Y_{III})_j^2 / r_3$	$(y_{III})_j^2$
IV	r_4	$(Y_{IV})_j$	y_{IV}	$(Y_{IV})_j^2$	$(Y_{IV})_j^2 / r_4$	$(y_{IV})_j^2$
V	r_5	$(Y_V)_j$	y_V	$(Y_V)_j^2$	$(Y_V)_j^2 / r_5$	$(y_V)_j^2$
TOTAL	$\sum r_i$	$Y_{..}$	$\bar{Y}_{..}$	$\sum_{i,j} Y_{ij}^2$	$\sum_i \frac{Y_{i.}^2}{r_i}$	$\sum_i (Y_{i.} - \bar{Y}_{..})^2$

Por outro lado, sabe-se que as unidades amostrais primárias (conglomerados) constituem outra fonte de variação e, por este motivo, torna-se necessário o desdobramento das causas de variação. Desta forma, será possível explicar, ocorrendo ou não, a diferença de produtividade entre as classes de sítio. No caso desta análise, as unidades amostrais são consideradas como tratamentos, reunidos

em grupos denominados de classes de sítio. A análise de variância adequada, como usada por OSTLE & MENSING⁴⁴, está resumida na tabela 18 e os resultados desta análise estão apresentados no Anexo 5.

TABELA 18. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS CLASSES DE SÍTIO DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA.

Fonte de Variação	G.L.	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
Média	1	M_{yy}	M	T / E
Tratamentos	t - 1	T_{yy}	T	
Erro	t(n - 1)	E_{yy}	E	
Total	tn	$\sum Y^2$		

onde:

$$\sum Y^2 = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2$$

$$M_{yy} = \frac{T^2}{tn}$$

$$T = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^n Y_{ij}$$

$$T_{yy} = \frac{\sum_{i=1}^t T_i^2}{n} - \frac{T^2}{tn}$$

$$T_i = \sum_{j=1}^n Y_{ij}$$

$$E_{yy} = \sum Y^2 - T_{yy} - M_{yy}$$

TABELA 19. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS CLASSES DE SÍTIO DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA LEVANDO-SE EM CONSIDERAÇÃO A VARIAÇÃO DAS UNIDADES AMOSTRAIS DENTRO DAS CLASSES.

Fonte de Variação	G.L.	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
Média	1	M_{yy}	M	
Tratamentos (UAP)	$t - 1$	T_{yy}	T	T / E
Entre Classes	$k - 1$	G_{yy}	G	G / E
Dentro Cls. I	$t_I - 1$	$(W_I)_{yy}$	W_I	W_I / E
Dentro Cls. II	$t_{II} - 1$	$(W_{II})_{yy}$	W_{II}	W_{II} / E
Dentro Cls. III	$t_{III} - 1$	$(W_{III})_{yy}$	W_{III}	W_{III} / E
Dentro Cls. IV	$t_{IV} - 1$	$(W_{IV})_{yy}$	W_{IV}	W_{IV} / E
Dentro Cls. V	$t_V - 1$	$(W_V)_{yy}$	W_V	W_V / E
Erro Experim.	$t(n - 1)$	E_{yy}	E	
Total	tn	$\sum Y^2$		

onde:

$$G_{yy} = \sum_{i=1}^k \frac{G_i^2}{t_i n} - \frac{T^2}{tn}$$

$$(W_t)_{yy} = \sum_{i=1}^t \frac{T_i^2}{n} - \left(\sum_{i=1}^t T_i \right)^2$$

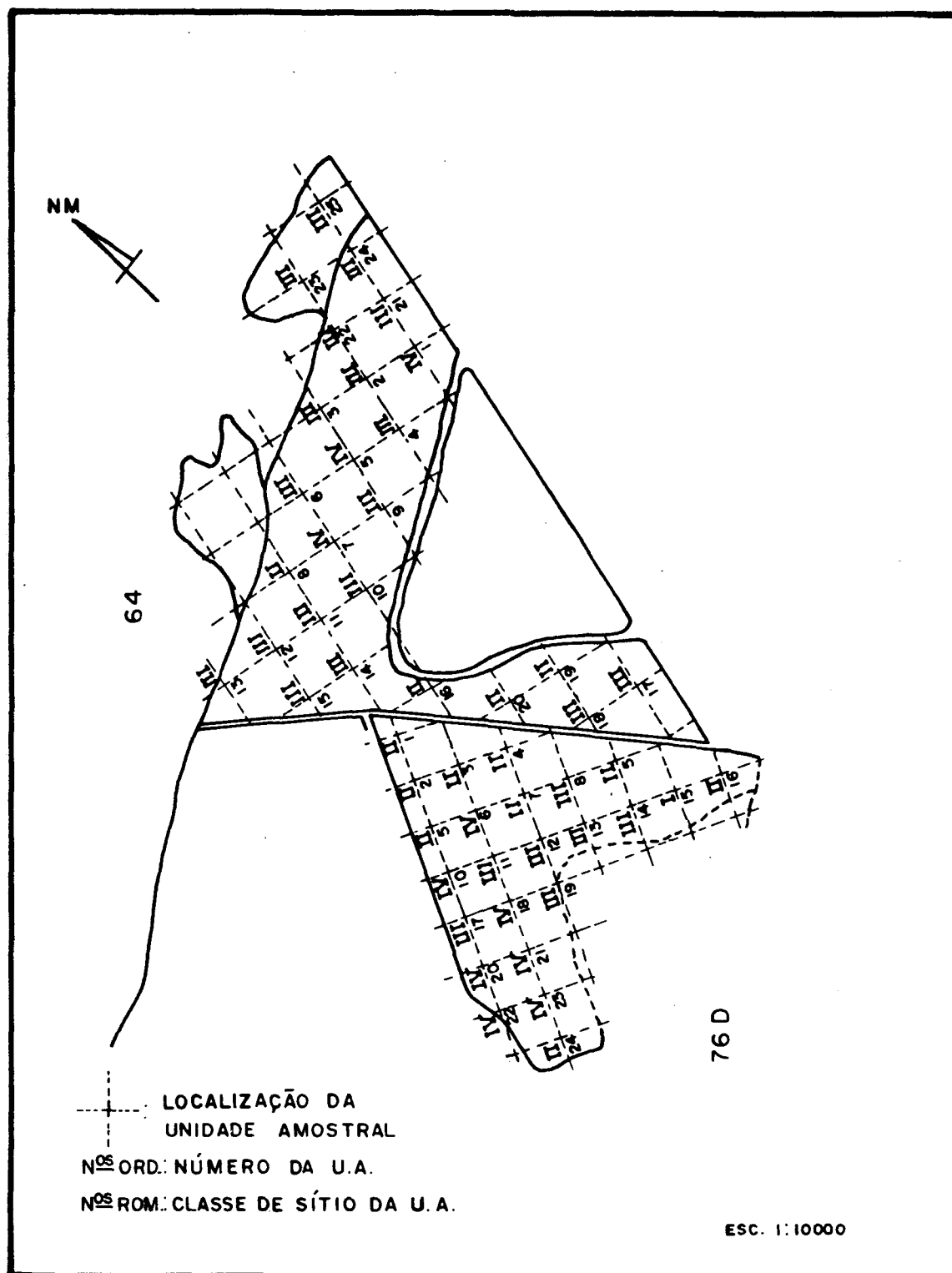


FIGURA 6. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS UNIDADES AMOSTRAIS DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA EM DUAS DIMENSÕES E SUA IDENTIFICAÇÃO DE NÚMERO E DE CLASSE DE SÍTIO DENTRO DOS TALHÕES 64 E 76D.

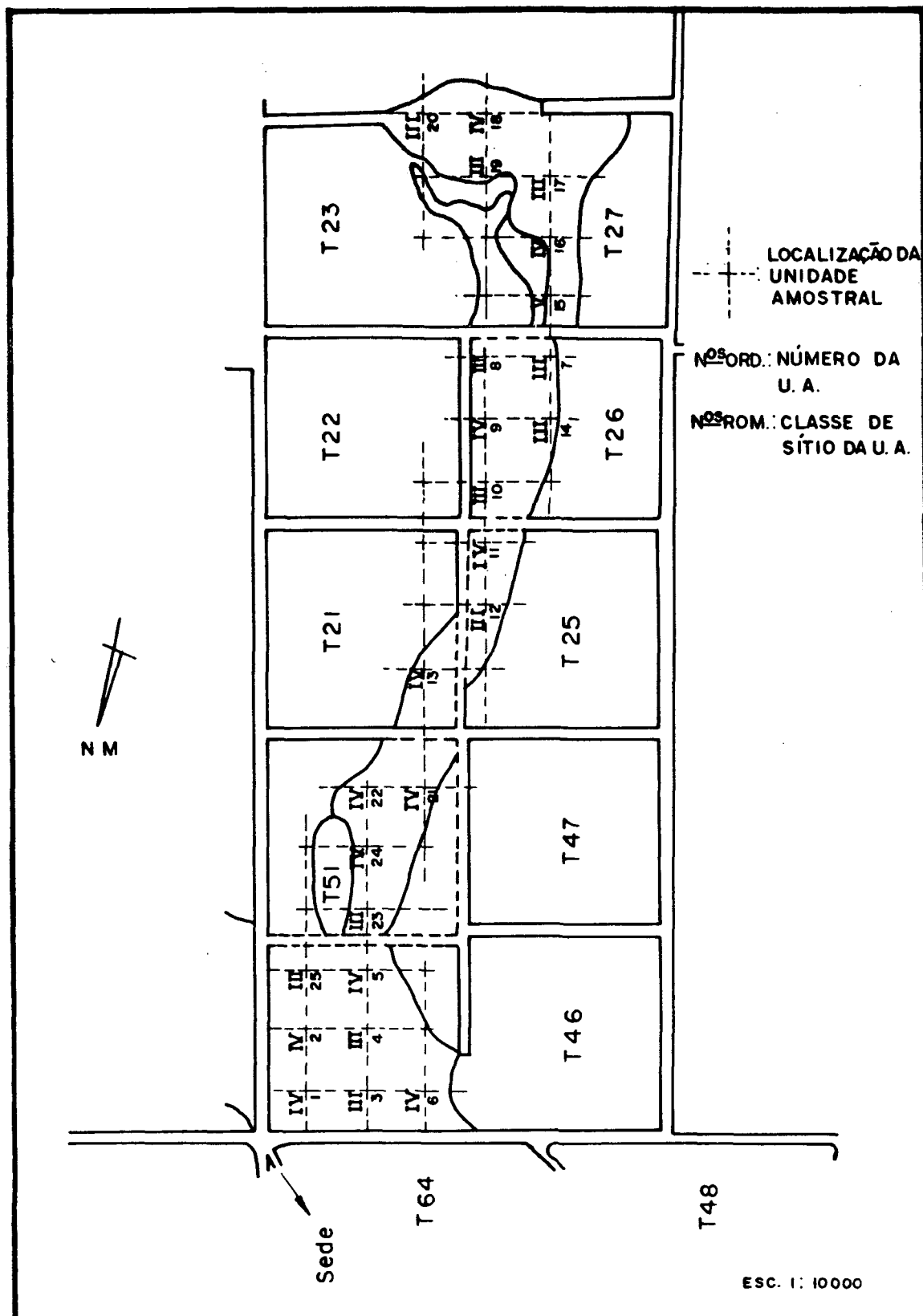


FIGURA 7. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS UNIDADES AMOSTRAIS DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA EM DUAS DIMENSÕES E SUA IDENTIFICAÇÃO DE NÚMERO E DE CLASSE DE SÍTIO DENTRO DO TALHÃO 66.

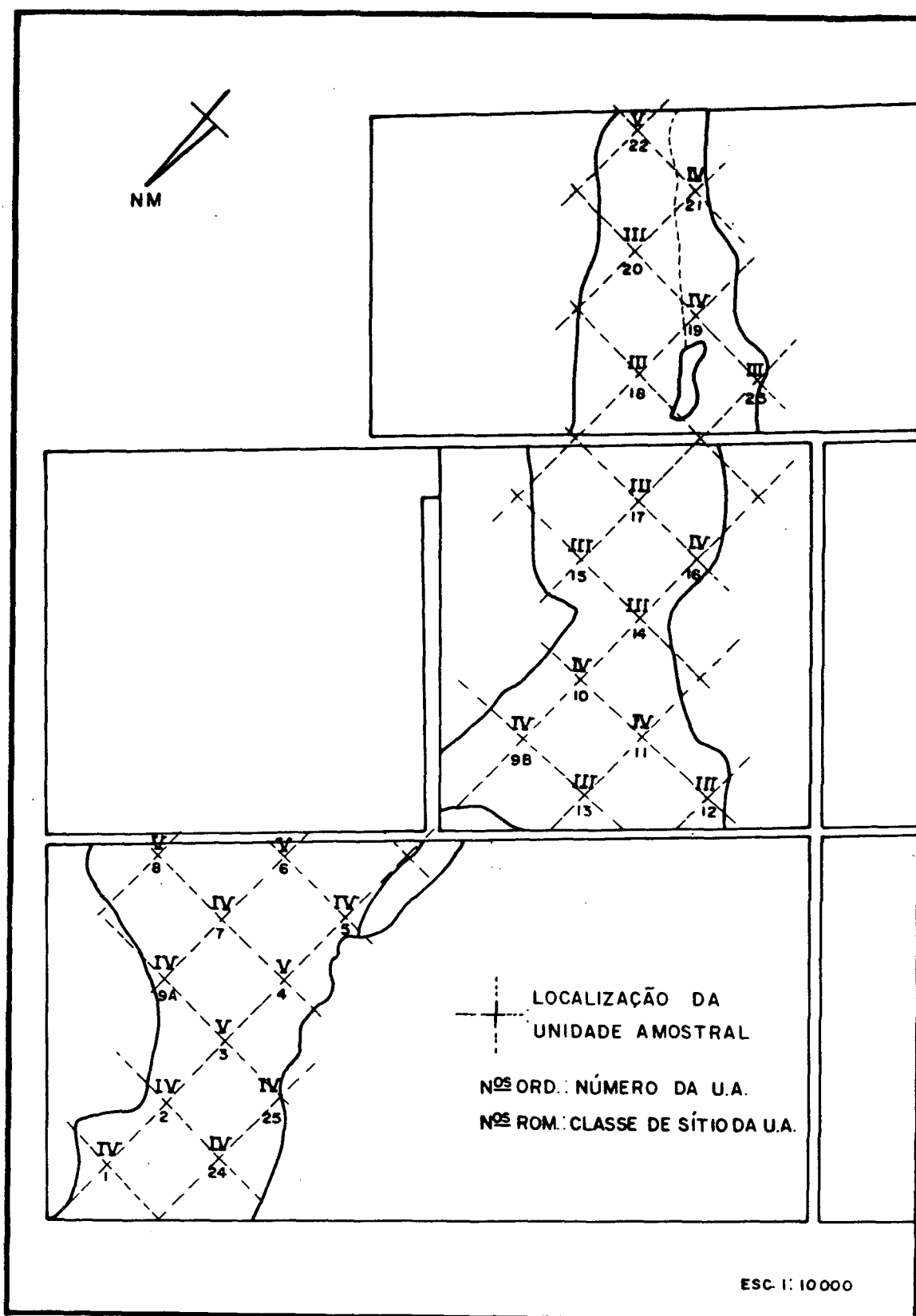


FIGURA 8. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS UNIDADES AMOSTRAIS DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA EM DUAS DIMENSÕES E SUA IDENTIFICAÇÃO DE NÚMERO E DE CLASSE DE SÍTIO DENTRO DO TALHÃO 67.

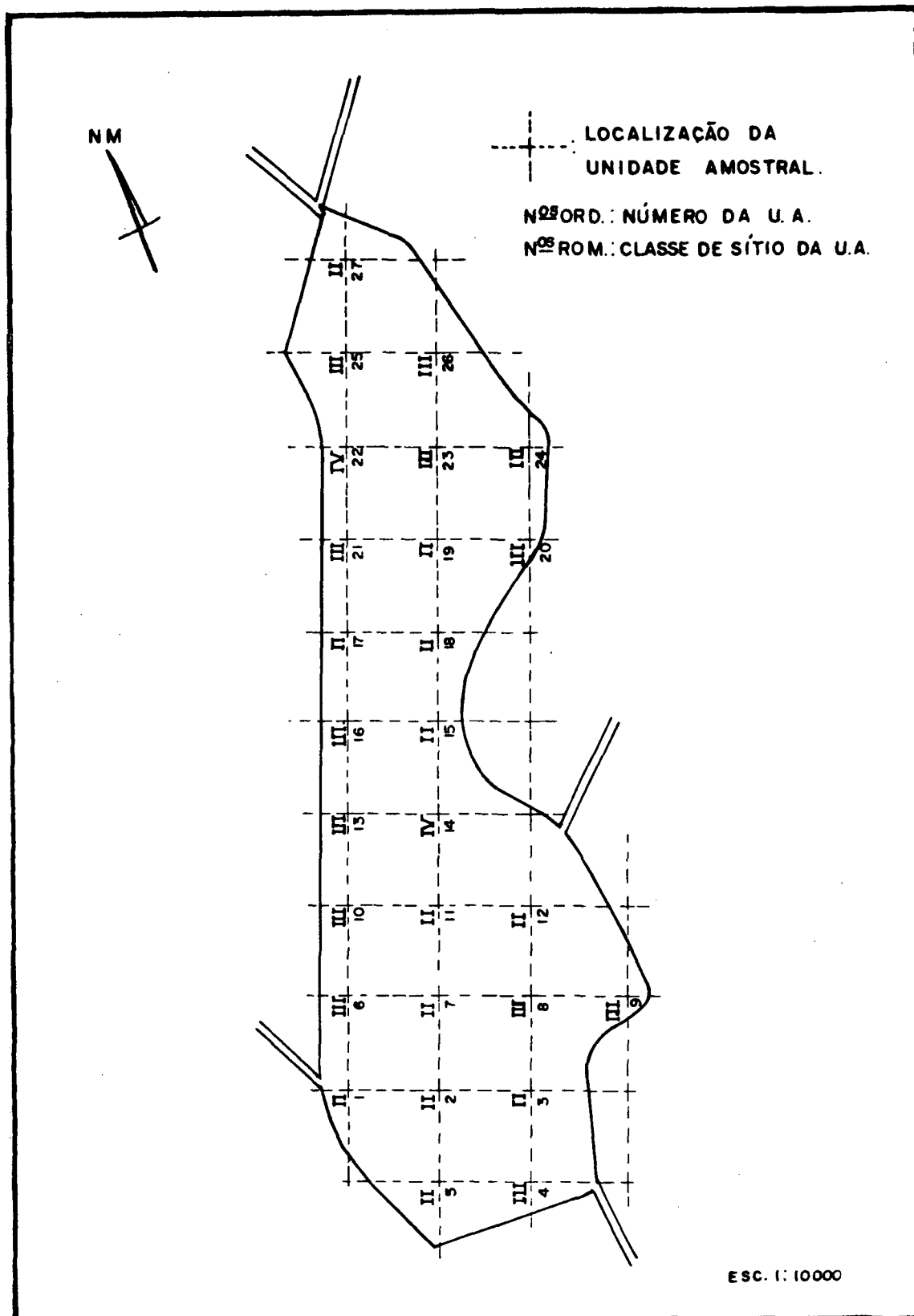


FIGURA 9. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS UNIDADES AMOSTRAIS DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA EM DUAS DIMENSÕES E SUA IDENTIFICAÇÃO DE NÚMERO E DE CLASSE DE SÍTIO DENTRO DO TALHÃO 76A.

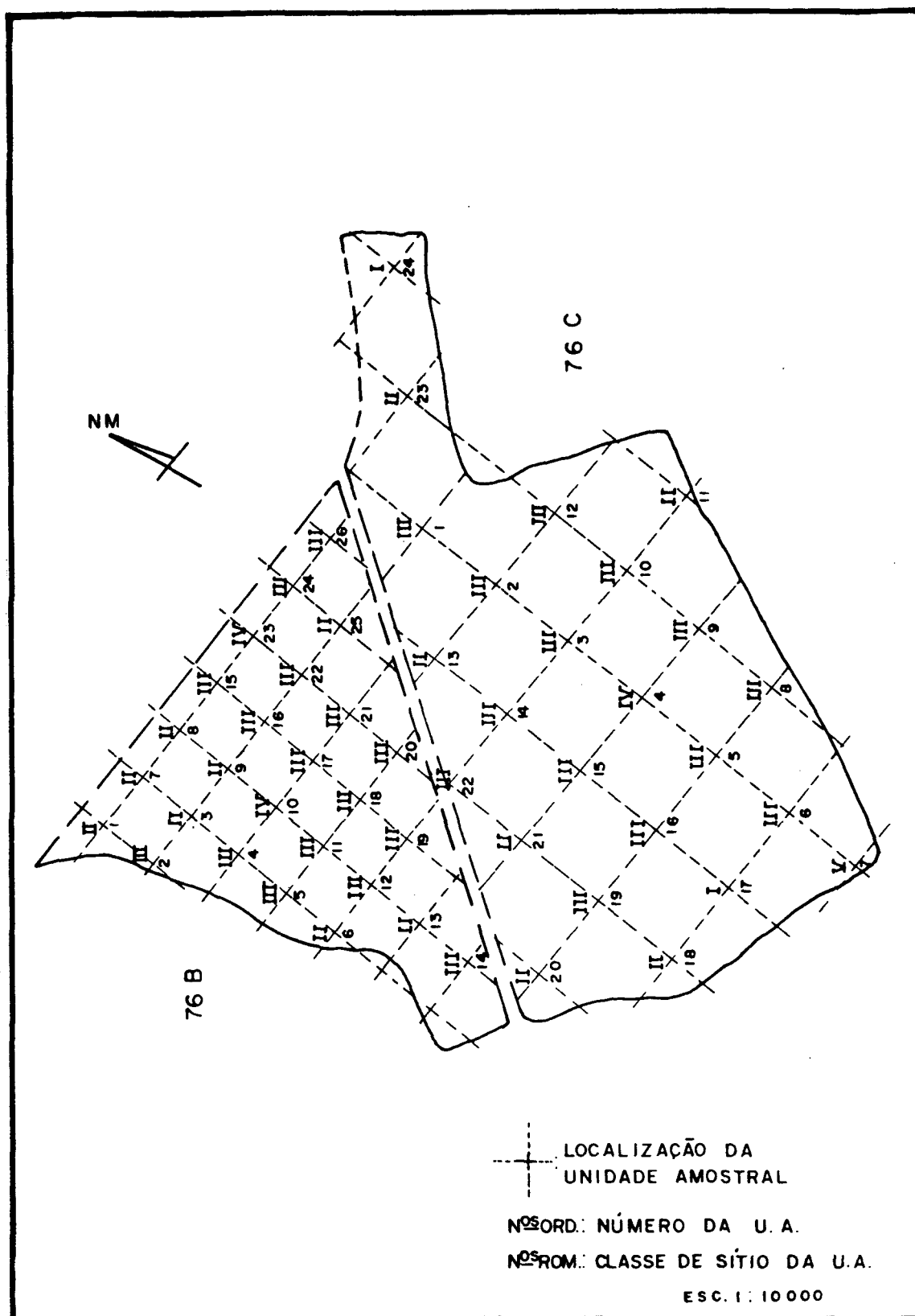


FIGURA 10. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS UNIDADES AMOSTRAIS DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA EM DUAS DIMENSÕES E SUA IDENTIFICAÇÃO DE NÚMERO E DE CLASSE DE SÍTIO DENTRO DOS TALHÕES 76B E 76C.

6.2 PROCESSO DE AMOSTRAGEM ALEATÓRIO VERSUS SISTEMÁTICO

O processo de amostragem aleatório apresentou uma superestimativa da produção de madeira (tabela 23) e não capta a sua variabilidade dentro do seu universo amostral. O processo de amostragem sistemático, por outro lado, apresenta um recobrimento maior e uniforme do universo amostral, oferecendo condições de captar as variações da produção de madeira.

TABELA 20. PRINCIPAIS ESTATÍSTICAS DOS PROCESSOS DE AMOSTRAGEM ALEATÓRIO E SISTEMÁTICO EM DUAS DIMENSÕES.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	PROCESSO DE AMOSTRAGEM	
	ALEATÓRIO	SISTEMÁTICO
Média (m^3 / ha)	414,19	389,87
Coefficiente de variação (cv%)	25,78	50,97
Variância (m^3 / ha) ²	11.400,87	39.487,76
Variância da média (m^3 / ha) ²	947,43	243,30
Erro padrão da media (m^3 / ha)	30,78	15,60
Intensidade amostral (n)	31	95
Erro de amostragem ($E\%$)	16,05	7,98
Intervalo de confiança da média (m^3 / ha e 95%)	± 66,49	± 31,10
Intervalo de confiança para o total (m^3 e 95%)	± 17.202	± 8.047
Total estimado da população (m^3 e 95%)	107.168	100.874
Estimativa mínima de confiança (m^3)	94.357	94.146

Verificando-se o coeficiente de variação percentual (cv%) dos dois processos na tabela 20, constata-se que na média do processo de amostragem sistemático mostrou, praticamente, o dobro de variabilidade em relação ao aleatório, comprovando sua maior eficácia para o mapeamento em função da produtividade.

Verifica-se, também, que a intensidade amostral no processo de amostragem sistemático é da ordem de três vezes ao do processo aleatório. Este fato alerta para o uso de unidades amostrais menores e de fácil instalação e medição, que em outros casos poderia inviabilizar a aplicação do processo de amostragem sistemático devido a elevação de seu custo. Consequentemente, no processo de amostragem sistemático, o parâmetro erro de amostragem ($E\%$) é menor, em torno de metade do erro do processo aleatório, mostrando, desta forma, que a coleta uniforme das variáveis dendrométricas independentes proporciona estimativas de produção mais próximas da realidade. Em outras palavras, pode-se dizer que o processo de amostragem sistemático apresenta por volta de duas vezes a acuracidade do processo aleatório.

6.3 INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

A estratificação dos talhões em classes de índice de sítio foi significativa em todos os casos, com exceção do talhão 66. Algumas razões, por outro lado, indicam que a estratificação do talhão 66 é significativa se se considerar duas classes de sítio e não três. O

principal argumento, neste caso, é o fato de uma das classes de sítio possuir apenas uma unidade amostral para representá-la, enquanto cada uma das outras classes é constituída por doze.

No caso específico do talhão 66, existe uma tendência de as unidades amostrais se agruparem em duas classes de sítio, classes III e IV. A classe de sítio V, com somente uma unidade amostral, não possui representatividade, pois a área que concerne a esta classe de sítio participa com 5.86% da área total do talhão (tabela 22). Neste caso, a classe de sítio V pode ser desconsiderada, diminuindo em uma unidade os graus de liberdade das classes e aumentando o quadrado médio e, conseqüentemente, proporciona um valor de F significativo ao nível de 1% de probabilidade. Caso semelhante acontece na classe de sítio I do talhão 76D e nas classes I, IV e V do talhão 76C, mas com uma ressalva: existem diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade entre estas classes.

A análise de variância mostrou, também, a variabilidade de produção de madeira existente dentro das classes de sítio. Esta variabilidade, no entanto, não ocorreu de forma significativa em todas as classes de sítio e, com exceção do talhão 67 que não teve nenhuma classe com diferenças significativas, todos os outros talhões tiveram, pelo menos uma, diferença significativa dentro de suas classes. Porém, há o caso do talhão 66 e 76D em que todas as suas classes de sítio apresentam variabilidade interna significativas ao nível de 5% de probabilidade.

O intervalo das classes de sítio (2 m), limita ou não a variabilidade interna de sua produtividade florestal. Isto equivale afirmar que: aumentando o intervalo das classes de sítio, maior o número delas que terá diferenças significativas de variabilidade interna de produtividade florestal e vice-versa. No caso deste trabalho, o intervalo de 2 m freqüentemente utilizado para limitar as classes de sítio, foi uma escolha adequada, porque a significância ou não da variabilidade da produtividade florestal dentro das classes está equilibrada.

TABELA 21. RESUMO DA SIGNIFICÂNCIA DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE VARIÂNCIA DOS TRATAMENTOS (UAP) ENTRE E DENTRO DAS CLASSES DE SÍTIO.

DENTRO DAS CLASSES DE SÍTIO							
TALHÃO	TRATAM.	ENTRE CLASSES	I	II	III	IV	V
64	*	**	-	NS	*	NS	-
66	**	NS	-	-	NS	**	-
67	*	**	-	-	NS	NS	NS
76A	**	**	-	NS	**	NS	-
76B	**	**	-	*	**	**	-
76D	**	**	**	*	**	-	-
76C	*	**	-	*	NS	NS	-

onde:

NS = médias não significativas a nível de 5% de probabilidade;

* = médias com diferenças significativas a nível de 5% de probabilidade;

** = médias com diferenças significativas a nível de 1% de probabilidade.

6.4 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO TOTAL DE MADEIRA

6.4.1 Estimativa da produção total de madeira do processo de amostragem inteiramente aleatório

A produção total de madeira com base no processo de amostragem inteiramente aleatório, é uma extrapolação da produção média encontrada por hectare. Estes valores estão tabulados na tabela 22.

6.4.2 Estimativa da produção total de madeira do processo de amostragem sistemático em duas dimensões

Inicialmente, para se conhecer a estimativa da produção total de madeira do processo de amostragem sistemática em duas dimensões, é necessário o conhecimento da área ocupada por cada classe de sítio. A tabela 23 mostra o percentual da área total do talhão que cada classe de sítio ocupa, e na tabela 24 são apresentadas suas respectivas áreas. A delimitação das áreas das classes de sítio, dentro dos talhões, se encontra apresentada nas figuras de nº 11 a 15. Conseqüentemente, nas tabelas 25 e 26, estão tabulados os valores da produção de madeira em metros cúbicos por hectare e total respectivamente. Estas duas tabelas, representam o produto

final do mapeamento, mostrando a produtividade de madeira em função das classes de sítio, que mostram valores menores na totalização dos talhões comparados aos do processo aleatório. Este fato é simplesmente um reflexo da análise estatística, que apresentou uma superestimativa da média de produção de madeira do processo inteiramente aleatório.

TABELA 22. RESUMO DA PRODUÇÃO TOTAL EM METROS CÚBICOS USANDO-SE O PROCESSO DE AMOSTRAGEM INTEIRAMENTE ALEATÓRIO.

TALHÃO	CLASSE SÍTIO	m ³ / ha	ÁREA ha	PROD. TOT. m ³
64	IV	638,1232	23,34	14.893,7955
66	III	295,5649	27,07	8.000,9418
67	III	442,1035	50,90	22.503,0682
76A	II	493,5133	56,37	27.819,3447
76B	II	472,1008	28,80	13.596,5030
76C	I/III	458,0675	56,62	25.935,7819
76D	III	456,9567	15,64	7.146,8028

TABELA 23. PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DE CADA CLASSE DE SÍTIO NA ÁREA TOTAL DO TALHÃO EM FUNÇÃO DO MAPEAMENTO.

CLASSES DE SÍTIO					
TALHÃO	I	II	III	IV	V
64		13,2	74,2	12,7	
66			46,0	48,1	5,9
67			27,2	56,4	16,3
76A		36,0	58,6	5,5	
76B		30,1	61,1	8,8	
76C	5,9	24,6	61,4	4,2	3,9
76D	4,8	38,5	34,0	22,8	

TABELA 24. ÁREA EM HECTARES OCUPADA POR CADA CLASSE DE SÍTIO PROPORCIONAL AO PERCENTUAL ENCONTRADO NA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA.

CLASSES DE SÍTIO					
TALHÃO	I	II	III	IV	V
64		3,07	17,31	2,95	
66			12,45	13,03	1,59
67			13,86	28,73	8,32
76A		20,27	33,03	3,08	
76B		8,67	17,60	2,53	
76C	3,35	13,91	34,75	2,40	2,22
76D	0,74	6,01	5,31	3,57	
TOTAL	4,09	51,93	134,31	56,29	12,13

TABELA 25. ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE MADEIRA EM METROS CÚBICOS POR HECTARE DAS CLASSES DE SÍTIO EM FUNÇÃO DO MAPEAMENTO.

CLASSES DE SÍTIO					
TALHÃO	I	II	III	IV	V
64		582,0253	483,7448	410,2443	
66			261,3405	242,9407	151,4052
67			362,7151	295,0935	322,0417
76A		447,4693	408,6003	499,9192	
76B		454,7588	425,3311	365,4069	
76C	620,5578	438,4150	379,1572	337,9482	505,8581
76D	379,6814	393,8902	358,8482	390,5827	

TABELA 26. ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO TOTAL DE MADEIRA EM METROS CÚBICOS DAS CLASSES DE SÍTIO EM FUNÇÃO DO MAPEAMENTO.

CLASSES DE SÍTIO					
TALHÃO	I	II	III	IV	V
64		1.789,087	8.374,251	1.212,189	
66			3.254,264	3.165,887	240,171
67			5.027,267	8.477,441	2.678,450
76A		9.067,965	13.494,923	1.538,653	
76B		3.944,850	7.484,466	923,969	
76C	2.076,510	6.096,555	13.174,840	811,312	1.122,751
76D	282,672	2.368,698	1.905,950	1.395,235	

TABELA 27. COMPARATIVO EM METROS CÚBICOS DE MADEIRA DA MÉDIA POR HECTARE E DA PRODUÇÃO TOTAL DOS PROCESSOS INTEIRAMENTE ALEATÓRIO E SISTEMÁTICO EM DUAS DIMENSÕES.

TALHÃO	PROCESSO ALEATÓRIO		PROCESSO SISTEMÁTICO	
	m ³ / ha	PROD. TOTAL m ³	m ³ / ha	PROD. TOTAL m ³
64	638,1232	14893,7955	487,3843	11375,5288
66	295,5649	8000,9418	246,0436	6660,3200
67	442,1035	22503,0682	317,9080	16183,1666
76A	493,5133	27819,3447	429,4502	24101,5405
76B	472,1008	13596,5030	430,1751	12353,2849
76C	458,0675	25935,7819	411,1962	23281,9706
76D	456,9567	7146,8028	380,5598	5952,5609
MÉDIA/TOTAL	414,1900	107.168	389,8652	100.874
IC MÉDIA / TOTAL *	± 66,4900	± 17.202	± 31,1000	± 8.047

* IC com 5% de probabilidade.

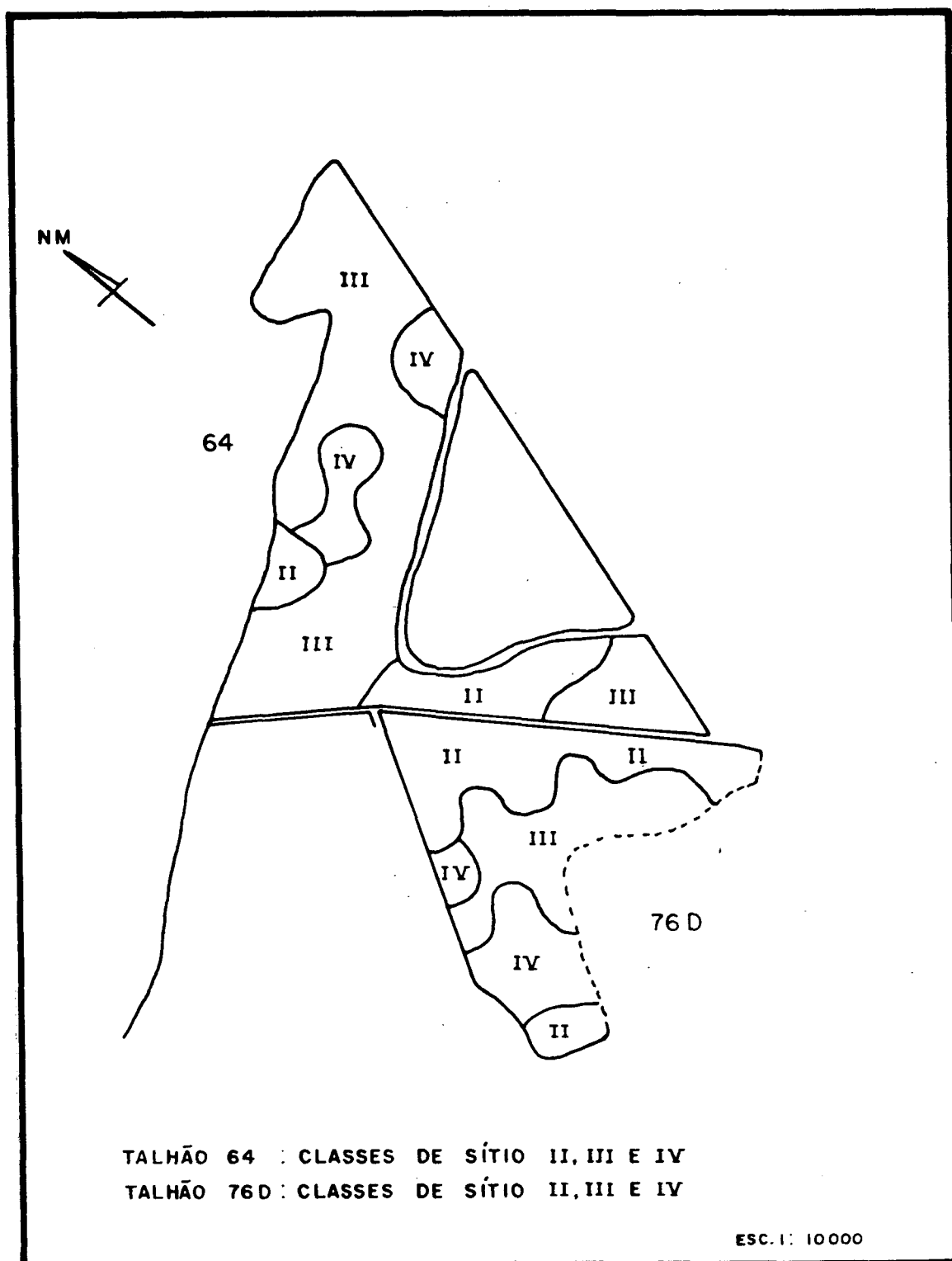


FIGURA 11. DELIMITAÇÃO GEOGRÁFICA DAS CLASSES DE SÍTIO E SUA IDENTIFICAÇÃO DENTRO DOS TALHÕES 64 E 76D.

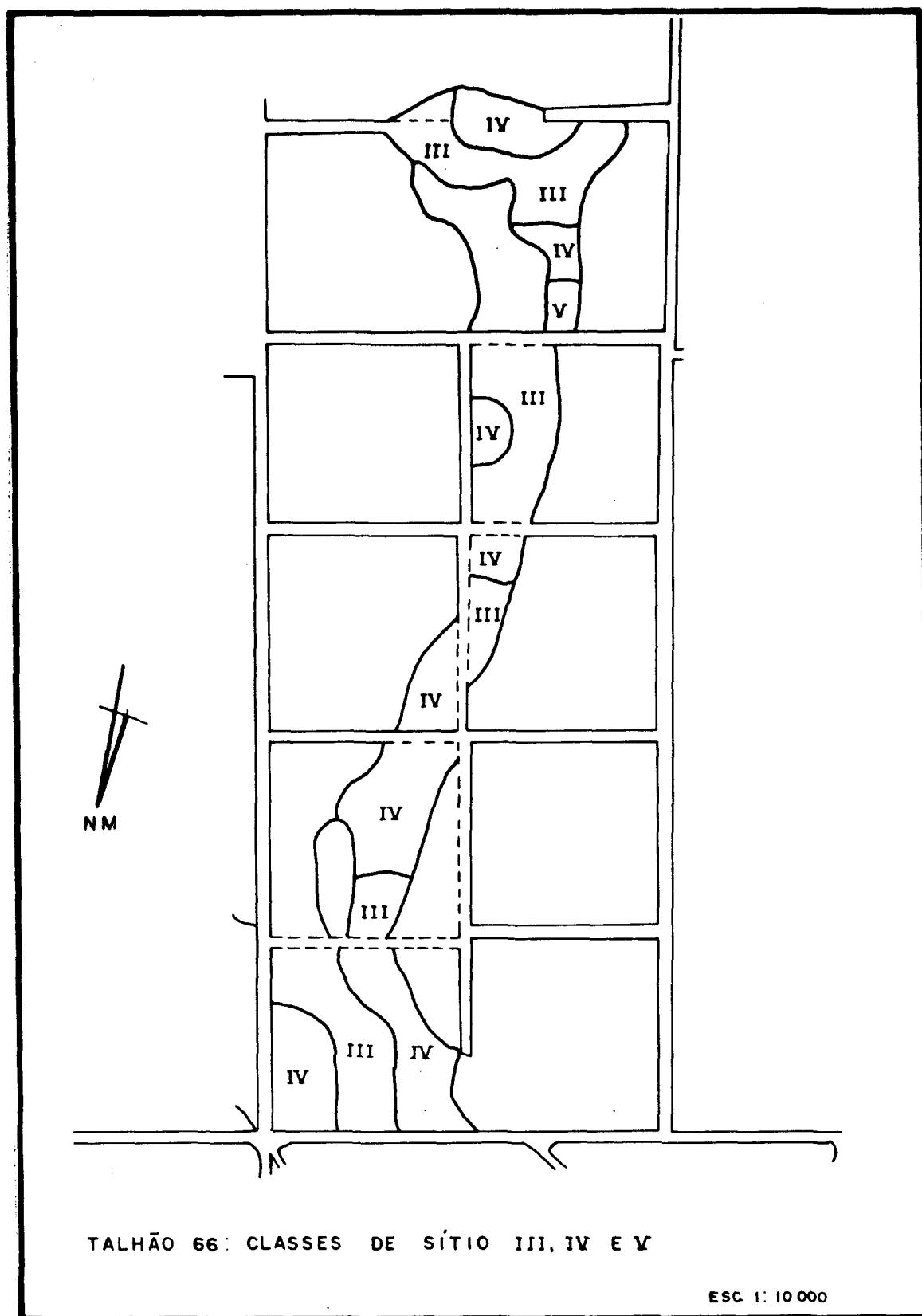


FIGURA 12. DELIMITAÇÃO GEOGRÁFICA DAS CLASSES DE SÍTIO E SUA IDENTIFICAÇÃO DENTRO DO TALHÃO 66.

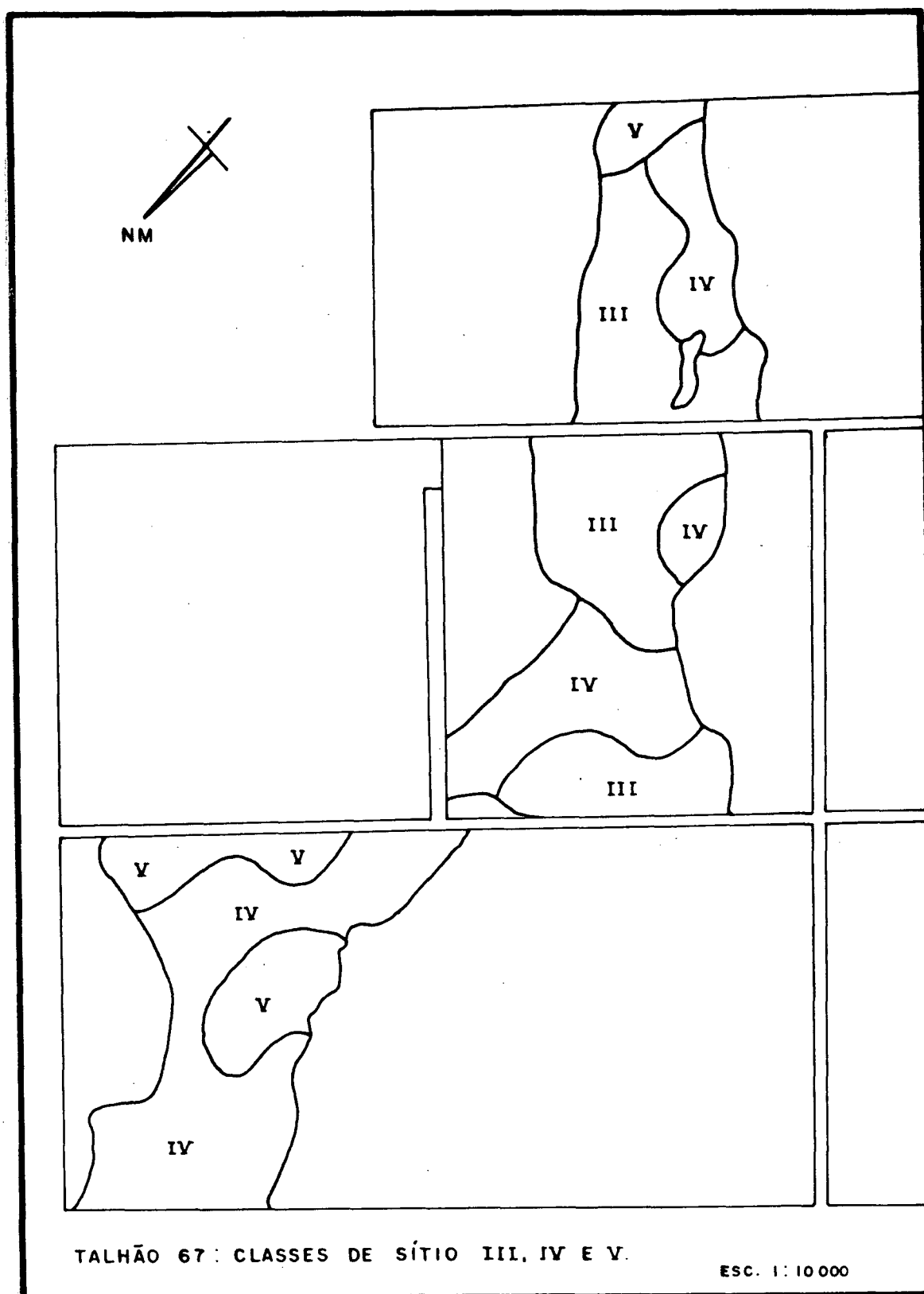


FIGURA 13. DELIMITAÇÃO GEOGRÁFICA DAS CLASSES DE SÍTIO E SUA IDENTIFICAÇÃO DENTRO DO TALHÃO 67.

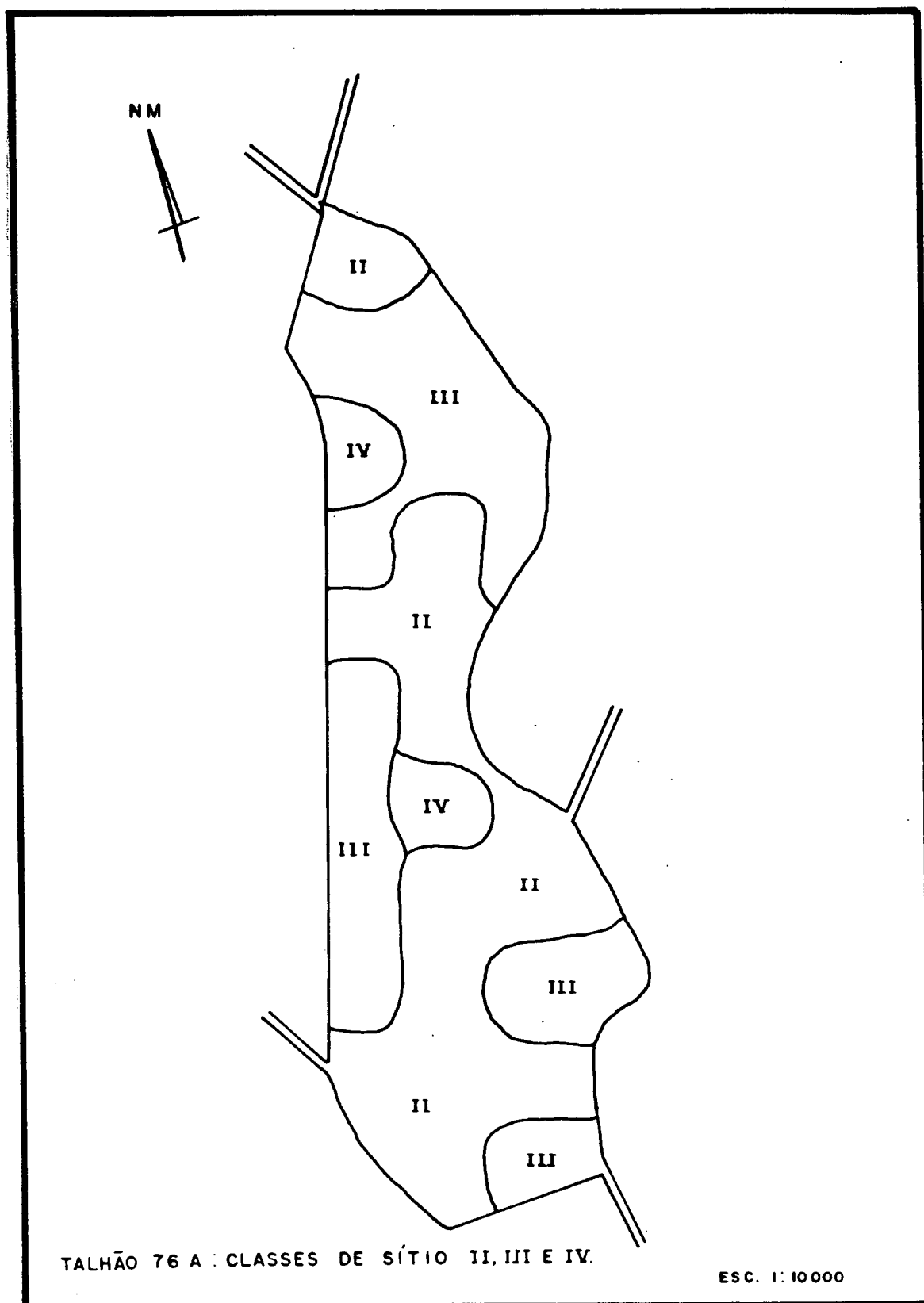


FIGURA 14. DELIMITAÇÃO GEOGRÁFICA DAS CLASSES DE SÍTIO E SUA IDENTIFICAÇÃO DENTRO DO TALHÃO 76A.

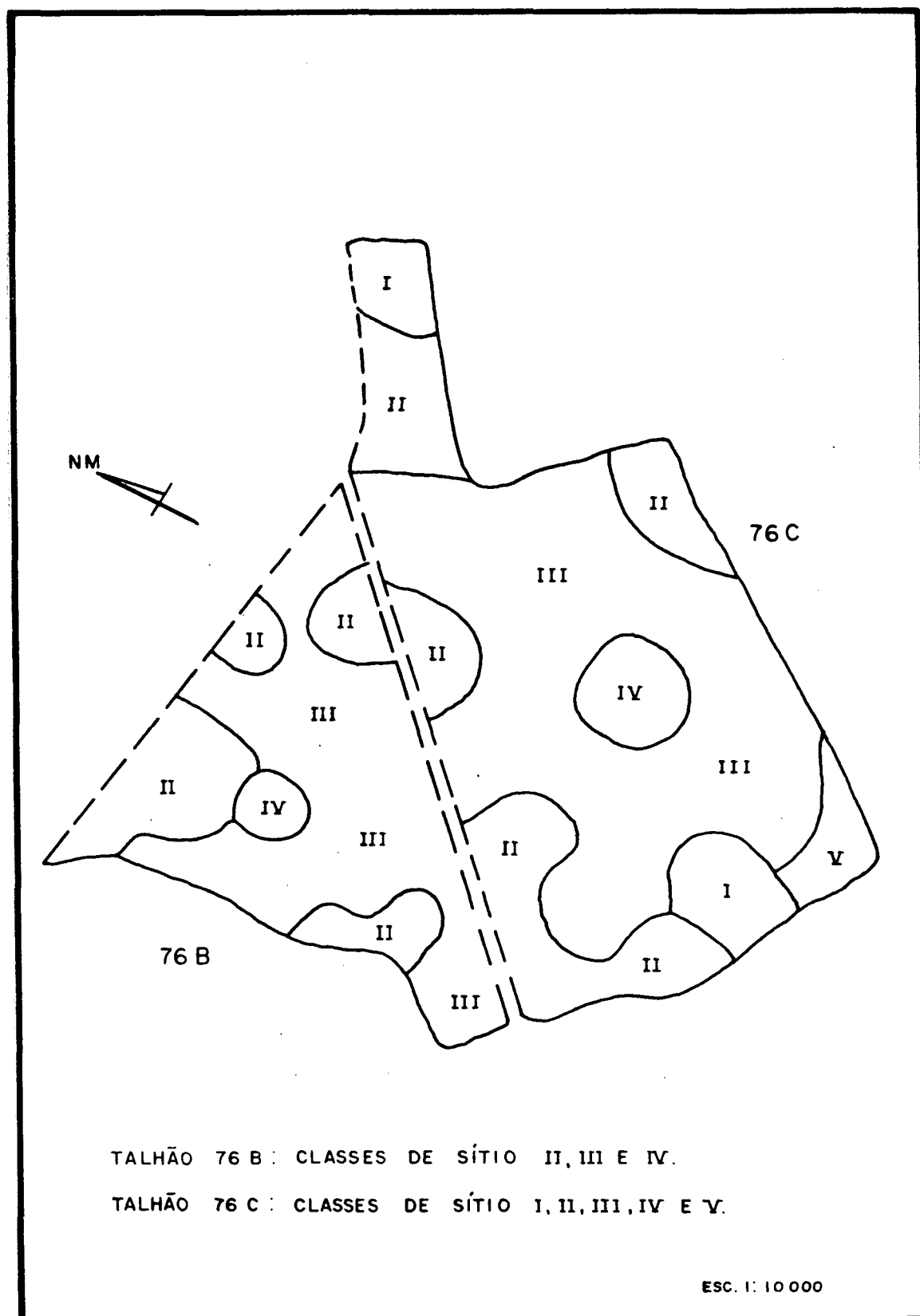


FIGURA 15. DELIMITAÇÃO GEOGRÁFICA DAS CLASSES DE SÍTIO E SUA IDENTIFICAÇÃO DENTRO DOS TALHÕES 76B E 76C.

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

* O exame dos resultados obtidos neste estudo, permitiram documentar algumas importantes conclusões e recomendações. Inicialmente, recomenda-se que o caminho adequado a ser seguido, no que concerne a levantamento de dados básicos dendrométricos de populações florestais, comece com a abordagem de toda a amplitude de variação da produtividade do povoamento florestal. Neste contexto, a amostragem sistemática, por apresentar um padrão constante e uniforme de distribuição das unidades amostrais, é o processo de amostragem mais indicado para o mapeamento das classes de índice de sítio.

* A aplicação da amostragem sistemática, conforme a análise de variância realizada, foi significativa em todos os talhões e, comparando-se com a amostragem inteiramente aleatória, apresentou estimativas menores de intensidade amostral, erro de amostragem e intervalo de confiança. Estes parâmetros indicam que os resultados obtidos com o uso da amostragem sistemática, estão muito mais próximos da situação real do povoamento florestal. Verificando-se a tabela 20, constata-se que a precisão da amostragem sistemática foi cerca de duas vezes ao do processo inteiramente aleatório. Por outro lado, o cuidado na aplicação do processo sistemático se

refere à distribuição espacial e física dos indivíduos e à padrões prévios de variação que possam ocorrer. Pela comparação efetuada entre os processos aleatório e sistemático, é possível concluir que, tanto para o inventário florestal como para o mapeamento de classes de índice de sítio, o processo sistemático é o mais indicado.

* Os resultados positivos obtidos com a amostragem sistemática, refletiram-se na estimativa da produção por hectare e total de madeira. A tabela 27 mostra claramente, que a produção obtida pelo processo inteiramente aleatório foi superestimada^{5/}, não correspondendo com os resultados da realidade apresentada pelo processo sistemático.

* O mapeamento de classes de índice de sítio, tal como descrito neste trabalho, requer o conhecimento prévio da produtividade da floresta e sua função de altura dominante. Outra recomendação importante é o planejamento do inventário florestal, que deve buscar condições tais como o conhecimento de toda a variabilidade de sítio do local, para que seu mapeamento tenha validade.

^{5/} A estimativa da produção total de madeira obtida pelo processo inteiramente aleatório foi superestimada, coincidentemente, em todos os talhões. Porém, é perfeitamente possível que este parâmetro possa ser subestimado em outros casos.

* O mapeamento das classes de índice de sítio visando identificar a variabilidade da produtividade florestal, é um requisito fundamental para o planejamento do manejo florestal. O planejamento das decisões de manejo florestal terá uma validade maior e, desta forma, evita-se mudanças em procedimentos florestais que possam atrasar um cronograma de tarefas pré-estabelecido. Portanto, o mapeamento da produtividade florestal, realizado de forma adequada, representa uma ferramenta de grande importância nas mãos de um administrador florestal.

ABSTRACT

This research deals with the application of a systematic sampling procedure coupled with the use of the "six trees method" of Prodan in the mapping of site classes for *Pinus elliottii* Engelman var. *elliottii* plantations. Forest inventory data and a predefined model for representing the top height-age curve were used together with basic information such as DBH, individual tree height and stand top height. All data were collected in the "Três Barras National Forest", located in Três Barras, State of Santa Catarina, Brasil. The systematic sampling procedure was conceived as a network of sampling units applied independently to each compartment. Each sampling unit consisted of a cluster of four sub-sampling units organized as a cross. Each sub-sampling unit consisted of a constant number of six trees numbered from the center of the sub-sampling unit outwards. The systematic sampling procedure was compared to a completely randomized and the two dimensional systematic sampling procedures were applied to a population of seven compartments: three compartments were 25 years old and the remaining four were 20 years old. In the sequence the yield information obtained from the systematic sampling was stratified and analysed at the compartment level. Timber yield estimates for each compartment were obtained by the application of the two sampling procedures. The comparative evaluation of these estimates provided the differences produced by site classes mapping obtained by using systematic sampling. The validity of site classification procedure and site classes mapping as well was demonstrated through Analysis of the Variance. Subsequently this analysis was also developed at the site classes level in order to identify any internal variability. In addition to the comparative evaluation of the timber yield estimates obtained with the randomized and the systematic sampling procedures, this research was also developed to demonstrate the possibilities to implement the mapping of forest productivity. After analysing the advantages presented by the systematic sampling, it can be concluded that its application was adequate because of the constant and uniform distribution pattern of the sampling units. Details of the statistical analysis as well as of the analysis of variance of the site classes mapping, as well as their interpretation, are described and discussed. The site classes mapping procedure described requires the information on stocking, productivity and dominant height growth function for a given target population. Another relevant recommendation is related to the planning of the forest inventory, in respect to its needs, in order to produce the information needed for the mapping of forest productivity.

ANEXOS

ANEXO 1 PRODUÇÃO DE MADEIRA EM m^3 POR CLASSE DIAMÉTRICA DAS DUAS UNIDADES AMOSTRAIS DE ÁREA FIXA ($600 m^2$) DE CADA TALHÃO DA AMOSTRAGEM INTEIRAMENTE ALEATÓRIA.

ESPÉCIE: *P. elliotii*

TALHÃO: 64 ÁREA DO TALHÃO: 23,34 ha

DATA DA MEDIÇÃO: 11/90 IDADE: 25 anos

UNIDADES AMOSTRAIS: 08 E 15 ÁREA DAS U.As.: 1.200 m^2

ESTATÍSTICA DAS VARIÁVEIS	DAP cm	ALTURA m	VOLUME m^3	ÁREA BASAL m^2
MÉDIA	29,75	24,34	0,88	0,07
VARIÂNCIA	19,89	1,19	0,07	0,00
DESVIO PADRÃO	4,46	1,09	0,26	0,02
MÍNIMO	22,00	22,00	0,47	0,04
MÁXIMO	43,00	27,00	1,67	0,15

CLS.	DAP	freq	freq. rel.	freq ha	Altura Média	Volume Médio	G Médio	Vol./ha	G/ha
1	22	2	0,0230	16	23,50	0,4775	0,0380	7,9621	0,6339
2	23	5	0,0575	41	23,80	0,5253	0,0415	21,8972	1,7320
3	24	4	0,0460	33	24,00	0,5731	0,0452	19,1122	1,5087
4	25	4	0,0460	33	23,50	0,6035	0,0491	20,1261	1,6371
5	26	12	0,1379	99	24,33	0,6736	0,0531	67,3478	5,3081
6	27	4	0,0460	33	23,50	0,6947	0,0573	23,1698	1,9095
7	28	6	0,0690	50	24,67	0,7832	0,0616	39,1774	3,0803
8	29	5	0,0575	41	24,20	0,8178	0,0661	34,0932	2,7535
9	30	6	0,0690	50	24,67	0,8886	0,0707	44,4545	3,5361
10	31	7	0,0805	58	25,14	0,9636	0,0755	56,2374	4,4050
11	32	11	0,1264	91	24,27	0,9827	0,0804	90,0513	7,3701
12	33	3	0,0345	25	24,33	1,0423	0,0855	26,0714	2,1393
13	34	4	0,0460	33	24,50	1,1093	0,0908	36,9943	3,0279
14	35	4	0,0460	33	24,25	1,1566	0,0962	38,5728	3,2086
15	36	4	0,0460	33	24,50	1,2317	0,1018	41,0762	3,3946
16	37	2	0,0230	16	26,00	1,3822	0,1075	23,0483	1,7929
17	38	2	0,0230	16	24,50	1,3600	0,1134	22,6776	1,8911
18	39	1	0,0115	8	25,00	1,4579	0,1195	12,1551	0,9960
19	40	0	0,0000	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
20	41	0	0,0000	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
21	42	0	0,0000	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
22	43	1	0,0115	8	24,00	1,6670	0,1452	13,8984	1,2108

TOTAL	87	1,0	725	18,390	1,4984	638,123	51,535
-------	----	-----	-----	--------	--------	---------	--------

UNIDADE AMOSTRAL 08: $h_{dom} = 24,67 m$ => CL. SITIO IV

UNIDADE AMOSTRAL 15: $h_{dom} = 25,00 m$ => CL. SITIO IV

(Continuação do Anexo 1)

ESPÉCIE: *P. elliottii*

TALHÃO: 66

ÁREA DO TALHÃO: 27,07 ha

DATA DA MEDIÇÃO: 11/90

IDADE: 25 anos

UNIDADES AMOSTRAIS: 7 E 22

ÁREA DAS U.As.: 1.200 m²

ESTATÍSTICA DAS VARIÁVEIS	DAP cm	ALTURA m	VOLUME m ³	ÁREA BASAL m ²
MÉDIA	35,96	25,70	1,31	0,10
VARIÂNCIA	18,42	1,75	0,09	5,64E-04
DESVIO PADRÃO	4,29	1,32	0,31	0,02
MÍNIMO	26,00	23,00	0,66	0,05
MÁXIMO	42,00	28,00	1,81	0,14

CLS.	DAP	freq.	freq. rel.	freq. ha	Altura Média	Volume Médio	G Médio	Vol./ha	G/ha
1	26	1	0,0370	8	24,00	0,6635	0,0531	5,5235	0,4420
2	27	0	0,0000	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	28	0	0,0000	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	29	2	0,0741	17	25,50	0,8661	0,0661	14,4397	1,1013
5	30	0	0,0000	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	31	1	0,0370	8	27,00	1,0419	0,0755	8,6735	0,6283
7	32	0	0,0000	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
8	33	3	0,1111	25	24,33	1,0423	0,0855	26,0558	2,1380
9	34	3	0,1111	25	26,33	1,2006	0,0908	30,0115	2,2696
10	35	3	0,1111	25	25,00	1,1959	0,0962	29,8943	2,4050
11	36	2	0,0741	17	26,50	1,3424	0,1018	22,3819	1,6971
12	37	2	0,0741	17	25,50	1,3530	0,1075	22,5580	1,7926
13	38	1	0,0370	8	25,00	1,3902	0,1134	11,5732	0,9442
14	39	2	0,0741	17	27,50	1,6186	0,1195	26,9854	1,9917
15	40	2	0,0741	17	25,00	1,5276	0,1257	25,4687	2,0951
16	41	2	0,0741	17	26,00	1,6679	0,1320	27,8085	2,2012
17	42	3	0,1111	25	26,33	1,7678	0,1385	44,1910	3,4633
TOTAL		27	1,0	225	334,00	16,677	1,3056	295,564	23,169

UNIDADE AMOSTRAL 07: $h_{dom} = 26,83$ m => CL. SITIO IIIUNIDADE AMOSTRAL 22: $h_{dom} = 25,67$ m => CL. SITIO III

(Continuação do Anexo 1)

ESPÉCIE: *P. elliotii*

TALHÃO: 76A ÁREA DO TALHÃO: 56,37 ha

DATA DA MEDIÇÃO: 11/90 IDADE: 20 anos

UNIDADES AMOSTRAIS: 05 E 18 ÁREA DAS U.As.: 1.200 m²

ESTATÍSTICA DAS VARIÁVEIS	DAP cm	ALTURA m	VOLUME m ³	ÁREA BASAL m ²
MÉDIA	31,52	24,02	0,95	0,08
VARIÂNCIA	13,57	2,02	0,05	3,62E-04
DESVIO PADRÃO	3,68	1,42	0,22	0,02
MÍNIMO	24,00	21,00	0,56	0,05
MÁXIMO	44,00	27,00	1,82	0,15

CLS.	DAP	freq	freq. rel.	freq ha	Altura Média	Volume Médio	G Médio	Vol./ha	G/ha
1	24	1	0,0161	8	24,00	0,5730	0,0452	4,7697	0,3766
2	25	2	0,0323	17	22,50	0,5753	0,0491	9,6074	0,8197
3	26	2	0,0323	17	24,00	0,6635	0,0531	11,0806	0,8866
4	27	1	0,0161	8	22,00	0,6462	0,0573	5,3792	0,4766
5	28	2	0,0323	17	23,50	0,7426	0,0616	12,4006	1,0283
6	29	11	0,1774	92	24,82	0,8409	0,0661	77,1220	6,0580
7	30	9	0,1452	75	24,22	0,8711	0,0707	65,3940	5,3063
8	31	7	0,1129	58	23,71	0,9037	0,0755	52,7498	4,4055
9	32	6	0,0968	50	23,83	0,9633	0,0804	48,2109	4,0249
10	33	4	0,0645	33	23,25	0,9916	0,0855	33,0680	2,8521
11	34	5	0,0806	42	24,00	1,0844	0,0908	45,1885	3,7833
12	35	3	0,0484	25	24,00	1,1437	0,0962	28,6181	2,4075
13	36	4	0,0645	33	24,75	1,2456	0,1018	41,5350	3,3943
14	37	2	0,0323	17	24,00	1,2661	0,1075	21,1421	1,7955
15	38	1	0,0161	8	24,00	1,3293	0,1134	11,0647	0,9440
16	39	0	0,0000	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
17	40	1	0,0161	8	22,00	1,3273	0,1257	11,0481	1,0460
18	41	0	0,0000	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
19	42	0	0,0000	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
20	43	0	0,0000	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
21	44	1	0,0161	8	25,00	1,8183	0,1521	15,1346	1,2656
TOTAL		62	1,0	517		16,986	1,4319	493,513	40,870

UNIDADE AMOSTRAL 05: $h_{dom} = 24,33$ m => CL. SITIO IIUNIDADE AMOSTRAL 18: $h_{dom} = 24,00$ m => CL. SITIO II

(Continuação do Anexo 1)

ESPÉCIE: *P. elliotii*

TALHÃO: 76B ÁREA DO TALHÃO: 28,80 ha

DATA DA MEDIÇÃO: 11/90 IDADE: 20 anos

UNIDADES AMOSTRAIS: 06 E 17 ÁREA DAS U.As.: 1.200 m²

ESTATÍSTICA DAS VARIÁVEIS	DAP cm	ALTURA m	VOLUME m ³	ÁREA BASAL m ²
MÉDIA	28,99	23,25	0,80	0,08
VARIÂNCIA	18,38	1,68	0,05	3,28E-04
DESVIO PADRÃO	3,92	1,29	0,22	0,02
MÍNIMO	20,00	18,00	0,35	0,03
MÁXIMO	39,00	25,00	1,39	0,12

CLS.	DAP	freq	freq. rel.	freq ha	Altura Média	Volume Médio	G Médio	Vol./ha	G/ha
1	20	1	0,0141	8	21,00	0,3545	0,0314	2,9588	0,2622
2	21	3	0,0423	25	21,33	0,3945	0,0346	9,8786	0,8673
3	22	0	0,0000	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	23	1	0,0141	8	24,00	0,5301	0,0415	4,4246	0,3468
5	24	3	0,0423	25	23,33	0,5556	0,0452	13,9133	1,1329
6	25	3	0,0423	25	23,00	0,5894	0,0491	14,7591	1,2292
7	26	4	0,0563	33	23,25	0,6408	0,0531	21,3583	1,7696
8	27	9	0,1268	75	22,89	0,6750	0,0573	50,6722	4,2979
9	28	11	0,1549	92	23,18	0,7316	0,0616	67,0897	5,6465
10	29	7	0,0986	58	23,43	0,7893	0,0661	46,0710	3,8555
11	30	5	0,0704	42	24,00	0,8623	0,0707	35,9371	2,9460
12	31	8	0,1127	67	22,88	0,8690	0,0755	57,9784	5,0357
13	32	4	0,0563	33	23,75	0,9594	0,0804	31,9763	2,6805
14	33	3	0,0423	25	23,67	1,0112	0,0855	25,3218	2,1418
15	34	3	0,0423	25	23,67	1,0679	0,0908	26,7411	2,2736
16	35	2	0,0282	17	23,00	1,0913	0,0962	18,2189	1,6062
17	36	1	0,0141	8	25,00	1,2591	0,1018	10,5102	0,8496
18	37	1	0,0141	8	25,00	1,3239	0,1075	11,0510	0,8975
19	38	1	0,0141	8	25,00	1,3902	0,1134	11,6040	0,9467
20	39	1	0,0141	8	24,00	1,3941	0,1195	11,6365	0,9971

TOTAL	71	1,0	592		16,489	1,3812	472,100	39,782
-------	----	-----	-----	--	--------	--------	---------	--------

UNIDADE AMOSTRAL 06: $h_{dom} = 23,67$ m => CL. SITIO IIUNIDADE AMOSTRAL 17: $h_{dom} = 24,17$ m => CL. SITIO II

(Continuação do Anexo 1)

ESPÉCIE: *P. elliotii*

TALHÃO: 76C

ÁREA DO TALHÃO: 56,62 ha

DATA DA MEDIÇÃO: 11/90

IDADE: 20 anos

UNIDADES AMOSTRAIS: 09 E 24

ÁREA DAS U.As.: 1.200 m²

ESTATÍSTICA DAS VARIÁVEIS	DAP cm	ALTURA m	VOLUME m ³	ÁREA BASAL m ²
MÉDIA	28,08	23,76	0,77	0,06
VARIÂNCIA	15,74	6,64	0,05	3,05E-04
DESVIO PADRÃO	3,97	1,91	0,23	0,02
MÍNIMO	19,00	18,00	0,33	0,03
MÁXIMO	38,00	27,00	1,39	0,11

CLS.	DAP	freq	freq.rel.	freq ha	Altura Média	Volume Médio	G Médio	Vol./ha	G/ha
1	19	1	0,0141	8	22,00	0,3396	0,0284	2,8346	0,2367
2	20	1	0,0141	8	20,00	0,3360	0,0314	2,8047	0,2622
3	21	1	0,0141	8	18,00	0,3273	0,0346	2,7321	0,2891
4	22	4	0,0563	33	23,25	0,4719	0,0380	15,7288	1,2670
5	23	4	0,0563	33	23,75	0,5241	0,0415	17,4671	1,3848
6	24	3	0,0423	25	23,33	0,5556	0,0452	13,9133	1,1329
7	25	3	0,0423	25	23,00	0,5895	0,0491	14,7620	1,2292
8	26	8	0,1127	67	23,38	0,6446	0,0531	43,0080	3,5423
9	27	5	0,0704	42	24,40	0,7241	0,0573	30,1764	2,3862
10	28	10	0,1408	83	23,70	0,7499	0,0616	62,5051	5,1325
11	29	3	0,0423	25	22,67	0,7613	0,0661	19,0651	1,6540
12	30	7	0,0986	58	24,29	0,8739	0,0707	51,0087	4,1260
13	31	2	0,0282	17	23,50	0,8947	0,0755	14,9370	1,2600
14	32	12	0,1690	100	24,75	1,0040	0,0804	100,450	8,0463
15	33	3	0,0423	25	24,67	1,0584	0,0855	26,5035	2,1418
16	34	2	0,0282	17	24,50	1,1092	0,0908	18,5170	1,5157
17	35	0	0,0000	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
18	36	1	0,0141	8	24,00	1,2040	0,1018	10,0500	0,8496
19	37	0	0,0000	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
20	38	1	0,0141	8	25,00	1,3902	0,1134	11,6040	0,9467

TOTAL	71	1,0	592			13,558	1,1244	458,067	37,403
-------	----	-----	-----	--	--	--------	--------	---------	--------

UNIDADE AMOSTRAL 09: $h_{dom} = 23,17$ m => CL. SITIO IIIUNIDADE AMOSTRAL 17: $h_{dom} = 26,00$ m => CL. SITIO I

(Continuação do Anexo 1)

ESPÉCIE: *P. elliottii*

TALHÃO: 76D ÁREA DO TALHÃO: 15,64 ha

DATA DA MEDIÇÃO: 11/90 IDADE: 20 anos

UNIDADES AMOSTRAIS: 12 E 16 ÁREA DAS U.As.: 1.200 m²

ESTATÍSTICA DAS VARIÁVEIS	DAP cm	ALTURA m	VOLUME m ³	ÁREA BASAL m ²
MÉDIA	30,24	22,06	0,81	0,08
VARIÂNCIA	11,82	1,79	0,03	2,78E-04
DESVIO PADRÃO	3,44	1,34	0,17	0,02
MÍNIMO	21,00	18,00	0,41	0,03
MÁXIMO	39,00	24,00	1,33	0,12

CLS.	DAP	freq	freq.rel.	freq ha	Altura Média	Volume Médio	G Médio	Vol./ha	G/ha
1	21	1	0,0147	8	22,00	0,4079	0,0346	3,3997	0,2887
2	22	0	0,0000	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	23	0	0,0000	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	24	0	0,0000	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	25	3	0,0441	25	20,67	0,5243	0,0491	13,1110	1,2274
6	26	4	0,0588	33	22,75	0,6258	0,0531	20,8625	1,7701
7	27	4	0,0588	33	23,25	0,6867	0,0573	22,8935	1,9089
8	28	11	0,1618	92	21,91	0,6867	0,0616	63,0924	5,6489
9	29	9	0,1324	75	21,00	0,7001	0,0661	52,5562	4,9586
10	30	8	0,1176	67	22,25	0,7936	0,0707	52,9197	4,7133
11	31	5	0,0735	42	23,40	0,8906	0,0755	37,1134	3,1455
12	32	6	0,0882	50	22,17	0,8896	0,0804	44,4867	4,0220
13	33	6	0,0882	50	21,17	0,8946	0,0855	44,7391	4,2773
14	34	4	0,0588	33	22,75	1,0226	0,0908	34,0928	3,0270
15	35	1	0,0147	8	23,00	1,0913	0,0962	9,0960	0,8019
16	36	2	0,0294	17	22,50	1,1218	0,1018	18,6994	1,6968
17	37	2	0,0294	17	21,00	1,0936	0,1075	18,2305	1,7924
18	38	1	0,0147	8	23,00	1,2687	0,1134	10,5743	0,9453
19	39	1	0,0147	8	23,00	1,3305	0,1195	11,0895	0,9957

TOTAL	68	1,0	567			14,029	1,2630	456,956	41,219
-------	----	-----	-----	--	--	--------	--------	---------	--------

UNIDADE AMOSTRAL 12: $h_{dom} = 22,17$ m => CL. SITIO IIIUNIDADE AMOSTRAL 16: $h_{dom} = 22,17$ m => CL. SITIO III

ANEXO 2 ESTRATIFICAÇÃO DAS CLASSES DE ÍNDICE DE SÍTIO (MAPEAMENTO)
DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA.

TALHÃO 64:

CLASSE DE IS II

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
8	1	5,3208		119,7931			
	2	5,1391		67,7248			
	3	5,5368		79,7339			
	4	5,7405	21,7373	39,7737	307,0255	27,67	II
16	1	5,0094		128,0021			
	2	5,6216		70,2433			
	3	5,8103		78,5471			
	4	8,0692	24,5104	118,6355	395,4280	28,00	II
19	1	5,7515		63,0759			
	2	5,9413		172,3921			
	3	8,6764		163,9966			
	4	5,2188	25,5880	131,1028	530,5675	28,40	II
20	1	5,5037		156,9162			
	2	5,5038		125,6311			
	3	8,0015		105,1763			
	4	5,2537	24,2627	30,3608	418,0844	27,25	II
TOTAL		96,09	96,09	1651,10	1651,10		

CLASSE DE IS III

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
2	1	5,9340		187,4760			
	2	5,8418		73,8032			
	3	8,0041		185,9704			
	4	4,9285	24,7084	126,4486	573,6982	25,80	III
3	1	5,1761		69,8664			
	2	7,0434		152,5873			
	3	5,6461		142,4950			
	4	7,3791	25,2447	242,1116	607,0603	26,00	III

(Continuação da Classe de IS III)

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
4	1	6,2058		150,6922			
	2	5,4413		225,9953			
	3	5,8818		76,7378			
	4	5,3644	22,8933	191,3004	644,7257	25,33	III
6	1	5,0284		54,2340			
	2	6,3274		158,7759			
	3	5,0964		103,0210			
	4	6,6532	23,1053	101,9673	417,9982	26,00	III
9	1	5,1982		58,8165			
	2	7,5297		142,7979			
	3	6,0371		146,2358			
	4	5,9438	24,7088	115,5865	463,4367	26,00	III
10	1	4,6085		66,1218			
	2	7,0714		327,5783			
	3	8,1881		74,2744			
	4	7,6545	27,5225	134,9234	602,8979	25,67	III
11	1	6,2891		132,2987			
	2	5,1494		110,2611			
	3	4,3296		95,6084			
	4	4,1947	19,9629	130,3593	468,5275	25,50	III
12	1	5,1872		174,2862			
	2	6,8769		79,9897			
	3	5,2584		101,5719			
	4	6,5233	23,8458	125,7259	481,5737	26,00	III
13	1	6,6163		168,4022			
	2	6,8052		119,4488			
	3	7,0170		173,4772			
	4	6,3932	26,8318	105,1526	566,4808	25,40	III
14	1	5,7977		101,8479			
	2	6,1315		173,5880			
	3	6,8250		168,0540			
	4	5,6887	24,4429	128,6701	572,1599	26,20	III
15	1	10,2471		120,5093			
	2	10,4515		504,5860			
	3	5,6443		75,0473			
	4	6,1172	32,4600	98,2151	798,3577	26,57	III
17	1	4,7613		113,9426			
	2	4,9792		63,6278			
	3	6,0192		73,6044			
	4	5,5376	21,2972	64,1891	315,3639	26,67	III
18	1	5,1636		103,8640			
	2	5,2774		92,6659			
	3	6,3221		109,0731			
	4	5,6141	22,3772	88,5670	394,1700	26,33	III

(Continuação da Classe de IS III)

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
21	1	6,5555		154,7575			
	2	8,0501		105,0282			
	3	7,2563		67,0943			
	4	7,9860	29,8480	160,5538	487,4339	26,00	III
22	1	6,4134		89,1383			
	2	5,6875		68,6265			
	3	6,5437		120,5560			
	4	5,1480	23,7926	74,8395	353,1604	27,00	III
23	1	5,2607		69,3012			
	2	6,0893		67,0067			
	3	7,9053		85,8398			
	4	4,3194	23,5746	59,7366	281,8843	26,00	III
24	1	7,5559		508,8304			
	2	7,3214		132,5958			
	3	5,7322		70,2624			
	4	7,5796	28,1892	167,5755	879,2640	25,75	III
25	1	5,5257		73,4044			
	2	5,7620		97,2970			
	3	8,3382		118,6804			
	4	5,3531	24,9790	100,3876	389,7694	26,00	III
TOTAL		449,78	449,78	9297,96	9297,96		

CLASSE DE IS IV

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
1	1	5,4700		67,8783			
	2	5,3514		129,9535			
	3	5,8448		181,9539			
	4	4,4301	21,0963	155,8486	535,6344	25,00	IV
5	1	6,2343		140,8831			
	2	7,3818		123,4795			
	3	6,0075		115,3309			
	4	5,0019	24,6254	183,7129	563,4064	24,80	IV

(Continuação da Classe de IS IV)

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
7	1	5,3193		99,0103			
	2	4,0478		175,1718			
	3	5,0662		67,1195			
	4	4,9496	19,3827	146,6268	487,9284	24,25	IV
TOTAL		65,10	65,10	1586,96	1586,96		

(Continuação do Anexo 2)

TALHÃO 66:

CLASSE DE IS III

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
3	1	6,3184		61,1368			
	2	5,5713		127,9642			
	3	6,4561		231,4100			
	4	6,5646	24,9105	44,1025	464,6135	25,50	III
4	1	7,0846		182,1057			
	2	6,7265		337,0496			
	3	6,6830		144,2813			
	4	7,2456	27,7397	156,3044	819,7410	26,75	III
7	1	7,4910		358,6903			
	2	7,5237		532,7616			
	3	7,5000		560,2387			
	4	8,6015	31,1162	217,6802	1669,3708	26,63	III
8	1	7,8285		302,5302			
	2	6,5894		384,2988			
	3	8,0262		1023,7010			
	4	6,9443	29,3884	274,6564	1985,1864	26,00	III
10	1	8,1938		357,6440			
	2	6,9935		264,4009			
	3	9,7295		398,2668			
	4	7,9283	32,8452	385,5559	1405,8677	25,57	III
12	1	7,0193		306,9735			
	2	9,7943		483,0989			
	3	8,0116		306,2046			
	4	9,4655	34,2908	412,3464	1508,6235	25,60	III
14	1	9,2808		609,8443			
	2	10,0867		344,3855			
	3	7,9335		424,4101			
	4	7,4352	34,7362	239,1344	1617,7744	25,75	III
17	1	8,1497		211,1627			
	2	6,6654		204,0153			
	3	7,8673		388,7341			
	4	8,5444	31,2267	409,5340	1213,4461	26,00	III
19	1	6,3516		191,2796			
	2	6,1925		358,8893			
	3	7,0720		154,6575			
	4	5,3876	25,0037	279,0491	983,8756	25,78	III
20	1	6,6901		179,7772			
	2	6,7035		185,4171			
	3	6,0293		102,4844			
	4	7,9688	27,3916	251,9540	719,6326	25,71	III

(Continuação da Classe de IS III)

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
23	1	7,0462		128,0115			
	2	7,8577		164,0061			
	3	9,8824		265,8439			
	4	6,5927	31,3789	97,4162	655,2777	26,17	III
25	1	7,3397		122,3121			
	2	9,8172		233,1173			
	3	9,8176		412,7972			
	4	6,7828	33,7573	108,3290	876,5556	26,63	III
TOTAL		363,78	363,78	13919,96	13919,96		

CLASSE DE IS IV

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
1	1	4,9169		112,2103			
	2	5,8528		195,1702			
	3	6,1726		190,7403			
	4	6,2972	23,2395	392,1963	890,3171	23,88	IV
2	1	3,3002		131,3042			
	2	5,3467		114,2940			
	3	3,5611		200,4339			
	4	5,6277	17,8357	185,1738	631,2060	24,67	IV
5	1	7,5581		524,4301			
	2	6,7176		225,0710			
	3	8,9768		172,7813			
	4	7,5744	30,8269	426,0888	1348,3713	23,31	IV
6	1	5,3058		170,8717			
	2	6,1761		203,4310			
	3	7,1951		162,0700			
	4	6,1339	24,8109	191,3060	727,6787	24,71	IV
9	1	7,1976		297,7627			
	2	7,3110		611,8329			
	3	7,4705		323,5038			
	4	8,0212	30,0003	259,8838	1492,9831	24,36	IV

(Continuação da Classe de IS IV)

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
11	1	7,2354		401,9840			
	2	8,2369		515,0544			
	3	7,8094		345,9526			
	4	8,3802	31,6620	432,0007	1694,9916	24,44	IV
13	1	7,7925		155,8790			
	2	9,5725		656,3131			
	3	7,7700		289,7345			
	4	7,6117	32,7466	231,8988	1333,8253	24,85	IV
16	1	7,2705		199,3483			
	2	7,1290		276,1088			
	3	6,7978		295,2721			
	4	6,6455	27,8428	389,8341	1160,5633	23,91	IV
18	1	8,1507		300,2428			
	2	6,6612		112,2703			
	3	7,8655		192,3181			
	4	8,5421	31,2195	242,5770	847,4082	23,75	IV
21	1	6,3757		199,6030			
	2	6,9985		272,1516			
	3	7,5435		703,1119			
	4	7,4049	28,3227	452,7461	1627,6126	23,69	IV
22	1	9,9674		417,4611			
	2	11,2974		464,8121			
	3	9,1920		510,4069			
	4	6,3456	36,8024	204,5513	1597,2314	24,47	IV
24	1	8,2125		330,0721			
	2	8,6919		161,2598			
	3	8,1704		256,9299			
	4	13,5115	38,5863	466,7191	1214,9809	24,58	IV
TOTAL		353,89	353,89	14567,16	14567,16		

CLASSE DE IS V

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
15	1	6,8436		526,2142			
	2	5,9855		444,6206			
	3	6,6351		319,3382			
	4	7,3696	26,8338	482,1438	1772,3167	22,88	V
TOTAL		26,83	26,83	1772,31	1772,31		

(Continuação do Anexo 2)

TALHÃO 67:

CLASSE DE IS III

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
13	1	4,2368		142,0450			
	2	6,5452		167,2232			
	3	5,5001		131,6081			
	4	6,1309	22,4130	177,2901	618,1664	25,33	III
14	1	8,6274		220,5546			
	2	5,2949		165,1411			
	3	8,4818		118,1186			
	4	7,4886	29,8926	201,9802	705,7945	26,43	III
15	1	8,1342		145,8126			
	2	4,8813		117,5647			
	3	6,4558		74,3896			
	4	6,2517	25,7230	110,8705	448,6374	26,00	III
16	1	6,1211		157,0225			
	2	5,7556		107,5764			
	3	6,1889		205,6588			
	4	6,1625	24,2282	51,8155	522,0732	25,60	III
18	1	8,4936		548,5718			
	2	4,9184		146,6440			
	3	5,8747		171,4727			
	4	6,4555	25,7421	77,2196	943,9081	25,78	III
21	1	8,5855		445,3984			
	2	7,6118		388,1193			
	3	7,2506		260,7935			
	4	6,2153	29,6632	163,0541	1257,3653	25,83	III
24	1	6,1131		207,3007			
	2	7,8467		93,5624			
	3	6,4479		188,9653			
	4	7,1707	27,5785	121,2814	611,1098	25,17	III
TOTAL		185,24	185,24	5107,05	5107,05		

CLASSE DE IS IV

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
1	1	5,7396		196,9676			
	2	4,1140		219,1932			
	3	6,1407		72,1887			
	4	4,5191	20,5134	115,7481	604,0976	22,33	IV
2	1	5,2600		117,7715			
	2	6,2757		234,9776			
	3	4,8662		102,9570			
	4	5,1948	21,5968	206,5669	662,2731	23,83	IV
5	1	7,2897		685,3468			
	2	4,0764		54,6221			
	3	4,5753		205,0080			
	4	4,9380	20,8794	110,2070	1055,1840	24,10	IV
7	1	3,7352		97,7325			
	2	4,4130		126,6728			
	3	5,2491		149,2562			
	4	5,6230	19,0204	88,4448	462,1062	24,50	IV
9	1	5,3133		185,4584			
	2	4,5796		199,7241			
	3	4,5064		289,9835			
	4	4,5641	18,9634	168,9086	844,0745	23,63	IV
10	1	7,6187		186,8386			
	2	5,2890		106,2170			
	3	7,1539		270,0607			
	4	6,9697	27,0313	48,6927	611,8091	24,17	IV
11	1	5,9490		245,6116			
	2	4,7553		90,9662			
	3	8,3214		199,6712			
	4	4,2308	23,2565	303,7937	840,0427	24,50	IV
12	1	5,3821		193,1542			
	2	4,7659		169,4855			
	3	4,5545		372,3445			
	4	4,9101	19,6125	59,0235	794,0077	23,43	IV
17	1	5,9942		260,8393			
	2	8,8997		270,5244			
	3	5,0716		256,3902			
	4	5,2096	25,1750	53,3696	841,1236	24,75	IV
19	1	6,8262		236,0824			
	2	5,8632		101,0187			
	3	5,7384		160,1967			
	4	4,0138	22,4417	98,9171	596,2150	23,40	IV

(Continuação da Classe de IS IV)

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
20	1	6,6139		107,3527			
	2	3,7840		48,6897			
	3	6,2849		511,0322			
	4	4,8660	21,5487	71,7268	738,8014	23,57	IV
22	1	5,2487		141,9078			
	2	3,2235		103,4071			
	3	9,2941		445,5801			
	4	5,6932	23,4595	108,8107	799,7057	23,57	IV
25	1	4,8866		186,1488			
	2	4,7424		62,9848			
	3	5,0750		264,1036			
	4	6,0178	20,7219	261,5762	774,8134	25,00	IV
26	1	6,8131		282,1529			
	2	6,8354		147,9286			
	3	7,7158		372,0604			
	4	6,7788	28,1431	158,8466	960,9885	23,22	IV
TOTAL		312,36	312,36	10585,24	10585,24		

CLASSE DE IS V

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
3	1	4,0985		89,5070			
	2	4,3448		86,3065			
	3	5,7430		76,2013			
	4	6,3188	20,5051	72,0257	324,0405	23,00	V
4	1	6,4694		236,5280			
	2	4,5794		141,2705			
	3	5,1679		123,4286			
	4	5,2896	21,5063	230,3543	731,5814	21,57	V
6	1	4,8353		206,0251			
	2	3,6778		138,1226			
	3	4,8216		318,4621			
	4	6,0347	19,3694	244,8004	907,4102	22,33	V

(Continuação da Classe de IS V)

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
8	1	6,0807		223,6029			
	2	4,0416		115,3914			
	3	4,6198		132,1474			
	4	4,7360	19,4780	180,6101	651,7519	22,67	V
23	1	6,4061		44,7328			
	2	1,5285		150,3929			
	3	6,4493		92,1210			
	4	3,4341	17,8180	162,0661	449,3130	22,50	V
TOTAL		98,67	98,67	3064,09	3064,09		

(Continuação do Anexo 2)

TALHÃO 76A:

CLASSE DE IS II

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
1	1	4,8383			127,1697		
	2	5,9891			151,5214		
	3	5,3802			96,6431		
	4	4,6446	20,8522	215,4377	590,7720	24,00	II
2	1	3,8502			104,8048		
	2	4,6128			163,2518		
	3	4,6876			91,1379		
	4	4,3952	17,5458	142,8685	502,0630	23,80	II
3	1	5,0768			124,2294		
	2	5,1853			152,4434		
	3	5,4100			95,1880		
	4	5,1487	20,8208	63,8089	435,6697	23,00	II
7	1	4,1560			60,4593		
	2	5,3962			96,3816		
	3	5,0976			130,1464		
	4	4,8001	19,4499	83,9701	370,9574	23,67	II
11	1	5,0440			167,0348		
	2	5,2800			151,8828		
	3	5,7017			132,3504		
	4	4,7798	20,8055	156,9427	608,2107	23,67	II
15	1	5,4991			97,8042		
	2	4,5690			84,9710		
	3	5,0364			66,1576		
	4	4,4107	19,5152	56,0986	305,0313	24,00	II
17	1	4,6554			88,0072		
	2	4,9355			82,1973		
	3	5,9076			68,5493		
	4	5,2199	20,7184	160,1768	398,9306	23,67	II
18	1	5,2974			123,5159		
	2	4,7790			71,7882		
	3	4,7051			75,3907		
	4	4,5545	19,3360	66,2029	336,8977	23,67	II
19	1	6,5588			144,9802		
	2	6,3697			198,3812		
	3	5,8017			122,1703		
	4	5,0859	23,8162	140,0535	605,5852	24,00	II

(Continuação da Classe de IS II)

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
27	1	4,9979			78,5398		
	2	5,9817			113,0973		
	3	5,4276			113,0973		
	4	5,3135	21,7208	113,0973	417,8318	24,25	II
TOTAL		204,58	204,58	4571,94	4571,94		

CLASSE DE IS III

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
4	1	5,5900		106,5232			
	2	5,4245		214,3627			
	3	5,6983		153,8971			
	4	6,2485	22,9612	204,2335	679,0165	23,17	III
5	1	4,8173		85,9489			
	2	5,0211		225,5017			
	3	6,1487		106,3879			
	4	5,8327	21,8197	143,6330	561,4715	23,20	III
6	1	5,4408		166,6630			
	2	4,5430		127,1733			
	3	5,0909		64,6036			
	4	5,2187	20,2933	89,3596	447,7996	24,00	III
8	1	4,9734		179,0833			
	2	5,9616		180,5450			
	3	6,0229		138,6226			
	4	5,6538	22,6117	267,3905	765,6414	22,71	III
9	1	5,3822		92,2942			
	2	5,0470		167,6137			
	3	5,1081		82,7589			
	4	4,0663	19,6036	100,0636	442,7304	22,75	III
10	1	4,8061		92,2956			
	2	5,7197		149,7266			
	3	4,5971		108,5044			
	4	5,0779	20,2008	225,4243	575,9508	22,80	III

(Continuação da Classe de IS III)

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
12	1	6,3049		180,8305			
	2	7,3291		227,2045			
	3	4,7322		157,3461			
	4	4,9339	23,3000	115,9990	681,3801	23,50	III
13	1	5,3227		47,9794			
	2	6,1461		143,5915			
	3	4,7013		120,2408			
	4	5,2932	21,4633	114,9619	426,7736	23,00	III
16	1	6,6630		101,6072			
	2	4,1958		54,9156			
	3	5,2481		67,4445			
	4	5,1803	21,2871	50,8506	274,8179	22,50	III
20	1	5,9654		261,1437			
	2	4,9280		68,4783			
	3	3,1320		75,3558			
	4	5,0018	19,0273	126,3571	531,3350	23,40	III
21	1	4,5428		63,1358			
	2	5,4417		79,5802			
	3	4,2460		130,8126			
	4	5,4480	19,6784	203,9305	477,4591	22,00	III
23	1	3,1705		30,7517			
	2	3,3690		27,6331			
	3	3,1448		69,6052			
	4	3,5196	13,2039	36,3456	164,3356	23,00	III
24	1	5,0953		126,4460			
	2	5,1649		90,5986			
	3	2,6434		75,3706			
	4	3,8809	16,7845	53,1858	345,6010	22,00	III
25	1	5,4107		113,0973			
	2	6,7287		153,9380			
	3	4,0734		113,0973			
	4	5,1598	21,3726	50,2655	430,3982	22,75	III
26	1	5,7745		254,4690			
	2	5,8426		78,5398			
	3	4,8032		113,0973			
	4	4,4562	20,8765	201,0619	647,1681	23,17	III
TOTAL		304,48	304,48	7451,87	7451,87		

CLASSE DE IS IV

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
14	1	4,5415		151,3549			
	2	4,2689		80,6923			
	3	4,9428		80,4848			
	4	3,8710	17,6242	52,9809	365,5129	20,67	IV
22	1	4,3502		84,5780			
	2	3,8731		81,4123			
	3	3,8513		96,6732			
	4	5,0418	17,1164	66,7459	329,4094	21,33	IV
TOTAL		34,74	34,74	694,92	694,92		

(Continuação do Anexo 2)

TALHÃO 76B:

CLASSE DE IS II

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
1	1	3,8374		70,0575			
	2	4,9435		62,7649			
	3	4,2489		124,4160			
	4	4,1181	17,1479	83,8373	341,0756	24,00	II
3	1	4,5741		73,0687			
	2	3,9449		77,3574			
	3	4,9719		71,8209			
	4	3,8138	17,3048	125,0100	347,2570	24,00	II
6	1	4,7234		51,5377			
	2	5,4579		74,9077			
	3	5,4438		106,9240			
	4	5,0882	20,7133	63,7460	297,1153	24,00	II
7	1	4,8555		80,7383			
	2	4,6542		162,4831			
	3	6,3739		117,4767			
	4	5,0474	20,9311	226,1067	586,8047	24,40	II
8	1	4,5460		204,1988			
	2	5,1302		214,3400			
	3	5,1390		88,6010			
	4	5,2281	20,0433	109,2280	616,3678	23,67	II
9	1	5,0518		109,8410			
	2	5,1838		118,3787			
	3	4,6905		161,6870			
	4	4,9365	19,8625	44,0678	433,9744	24,50	II
13	1	6,1302		80,4497			
	2	4,5204		76,2203			
	3	4,6486		106,1712			
	4	4,1812	19,4803	116,0032	378,8445	23,67	II
25	1	4,7322		83,3229			
	2	3,9310		121,5432			
	3	3,6152		73,2899			
	4	5,1408	17,4191	82,6770	360,8330	23,67	II
TOTAL		152,90	152,90	3362,27	3362,27		

CLASSE DE IS III

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
2	1	4,3979		66,0621			
	2	4,1135		72,4976			
	3	5,6109		91,0013			
	4	4,3491	18,4714	223,6115	453,1726	22,75	III
4	1	4,0709		126,2819			
	2	4,5941		81,7971			
	3	4,0647		84,9192			
	4	3,9818	16,7115	111,0976	404,0957	22,25	III
5	1	3,9300		84,3326			
	2	4,3216		127,5558			
	3	4,2478		97,0557			
	4	4,5274	17,0268	78,5879	387,5321	22,00	III
11	1	4,2529		89,6716			
	2	3,8027		121,9580			
	3	3,7539		118,1040			
	4	4,3392	16,1487	156,5970	486,3306	22,25	III
12	1	5,1053		77,6950			
	2	4,9065		100,1194			
	3	4,0915		72,4396			
	4	4,3746	18,4779	122,8102	373,0642	22,67	III
14	1	5,2679		181,5514			
	2	5,4270		75,4439			
	3	5,2121		323,1706			
	4	4,6603	20,5674	131,0066	711,1726	22,57	III
15	1	5,2529		64,1110			
	2	6,2989		272,9938			
	3	4,9761		96,5830			
	4	6,7301	23,2580	94,0544	527,7422	22,00	III
16	1	4,1624		107,4316			
	2	5,7623		160,5216			
	3	4,6644		98,9853			
	4	4,6788	19,2679	72,0275	438,9659	22,50	III
17	1	3,4060		172,2020			
	2	4,3323		173,0551			
	3	4,6404		64,4419			
	4	3,7649	16,1436	83,9069	493,6059	22,25	III
18	1	4,3556		68,2497			
	2	4,0133		56,1355			
	3	4,0976		92,5039			
	4	3,6015	16,0681	117,8589	334,7480	22,33	III

(Continuação da Classe de IS III)

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
19	1	4,6921		77,0030			
	2	4,2896		131,0678			
	3	3,9776		64,8386			
	4	4,0811	17,0404	206,8119	479,7214	22,00	III
20	1	3,6034		32,9748			
	2	3,7259		60,6381			
	3	4,1339		20,9157			
	4	5,2048	16,6679	25,5055	140,0341	22,00	III
21	1	4,1130		51,4780			
	2	4,1783		87,7742			
	3	4,5052		76,7054			
	4	4,0248	16,8213	41,2329	257,1906	22,50	III
22	1	5,2054		124,7647			
	2	4,3319		38,2607			
	3	4,9549		144,0736			
	4	4,2133	18,7055	43,3851	350,4841	22,33	III
24	1	4,6878		83,9147			
	2	5,6164		119,9357			
	3	5,0151		137,7527			
	4	4,5116	19,8310	87,9028	429,5059	22,50	III
26	1	5,1540		99,7129			
	2	3,6813		83,6907			
	3	4,6441		330,4168			
	4	5,4451	18,9245	40,1332	553,9536	22,20	III
TOTAL		290,13	290,13	6821,31	6821,31		

CLASSE DE IS IV

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
10	1	3,5932		72,3670			
	2	4,2194		73,9977			
	3	3,4044		39,9600			
	4	4,6890	15,9060	131,9810	318,3058	21,67	IV

(Continuação da Classe de IS IV)

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
23	1	5,3906		119,5440			
	2	3,4416		106,5845			
	3	6,3082		378,4421			
	4	4,7804	19,9207	57,5839	662,1545	20,33	IV
TOTAL		35,82	35,82	980,46	980,46		

(Continuação do Anexo 2)

TALHÃO 76C:

CLASSE DE IS I

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
17	1	3,9387		25,7736			
	2	3,0864		31,4568			
	3	4,1678		63,5392			
	4	4,0088	15,2018	43,7802	164,5498	26,00	I
24	1	4,7528		155,0033			
	2	4,3395		76,4940			
	3	4,5506		66,3094			
	4	4,8698	18,5127	80,9370	378,7437	26,33	I
TOTAL		33,71	33,71	543,29	543,29		

CLASSE DE IS II

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
11	1	3,7659		104,1595			
	2	3,5789		82,6149			
	3	3,2690		85,7476			
	4	4,8789	15,4927	80,7233	353,2452	24,00	II
13	1	4,1359		99,4537			
	2	4,7462		202,2127			
	3	3,5322		125,3518			
	4	5,5924	18,0067	141,6264	568,6446	24,80	II
18	1	4,0195		105,4274			
	2	3,2979		70,5008			
	3	4,3787		22,6203			
	4	4,1622	15,8584	98,1888	296,7373	24,00	II
20	1	3,3214		44,4739			
	2	5,0489		89,9793			
	3	4,3055		64,7132			
	4	5,7580	18,4337	145,6610	344,8273	25,00	II

(Continuação da Classe de IS II)

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
21	1	3,1224		59,8481			
	2	3,6426		132,2197			
	3	3,4953		95,3892			
	4	3,5685	13,8289	87,5402	374,9972	23,67	II
23	1	4,2928		76,3421			
	2	3,4036		79,0197			
	3	4,9740		72,2249			
	4	4,7362	17,4067	92,7143	320,3011	24,67	II
TOTAL		99,02	99,02	2258,75	2258,75		

CLASSE DE IS III

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
1	1	5,3565		206,7072			
	2	4,7050		180,6311			
	3	5,8161		173,1982			
	4	4,5298	20,4073	92,0312	652,5677	23,00	III
2	1	4,5202		100,6313			
	2	5,0265		86,1540			
	3	3,9006		85,2768			
	4	3,9198	17,3670	48,7950	320,8570	23,00	III
3	1	4,3146		65,1264			
	2	4,3233		121,8067			
	3	3,6685		20,2687			
	4	4,5007	16,8069	30,3234	237,5252	23,00	III
5	1	3,6704		92,0376			
	2	3,5290		121,6546			
	3	3,8387		34,1647			
	4	3,1951	14,2333	72,8031	320,6600	22,67	III
6	1	2,8561		90,4696			
	2	3,2399		89,7613			
	3	3,7499		41,5156			
	4	4,5566	14,4025	150,6416	372,3881	22,33	III

(Continuação da Classe de IS III)

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
8	1	4,5156		161,3062			
	2	3,0344		156,1401			
	3	3,8710		83,1087			
	4	3,4526	14,8736	75,2083	475,7633	22,25	III
9	1	2,9505		119,1016			
	2	2,9255		91,5697			
	3	3,1717		113,3508			
	4	3,3773	12,4250	126,5797	450,6019	22,50	III
10	1	3,3044		56,4354			
	2	3,3652		62,4701			
	3	4,4752		78,3561			
	4	2,8417	13,9866	53,9618	251,2234	23,00	III
12	1	4,1765		45,1125			
	2	3,8264		39,2108			
	3	3,6750		97,2389			
	4	3,5170	15,1949	44,0626	225,6248	22,50	III
14	1	3,2308		111,7644			
	2	5,7131		173,2765			
	3	4,1632		131,6178			
	4	3,3799	16,4870	90,5287	507,1874	23,40	III
15	1	3,2558		72,7690			
	2	4,2237		88,6193			
	3	3,3709		101,0171			
	4	3,8613	14,7118	205,7099	468,1153	22,25	III
16	1	4,0014		92,7934			
	2	2,8819		121,7520			
	3	2,3857		16,8090			
	4	2,6834	11,9524	15,6284	246,9827	22,00	III
19	1	4,3880		108,5319			
	2	3,3160		44,7306			
	3	3,0614		87,4551			
	4	3,4238	14,1893	129,4871	370,2047	23,33	III
22	1	3,6530		85,5703			
	2	3,9192		152,1625			
	3	4,6583		193,7423			
	4	4,7127	16,9431	312,4087	743,8839	23,00	III
TOTAL		213,98	213,98	5643,58	5643,58		

CLASSE DE IS IV

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
4	1	2,7864		145,5124			
	2	3,5329		75,8077			
	3	3,3386		76,2655			
	4	3,5057	13,1636	91,9297	389,5153	21,67	IV
TOTAL		13,16	13,16	389,51	389,51		

CLASSE DE IS V

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
7	1	3,2913		114,2432			
	2	4,4460		39,3021			
	3	4,4316		111,9866			
	4	6,0646	18,2335	94,9151	360,4469	20,00	V
TOTAL		18,23	18,23	360,44	360,44		

(Continuação do Anexo 2)

TALHÃO 76D:

CLASSE DE IS I

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
15	1	5,8070		132,1598			
	2	5,9028		261,2521			
	3	4,6356		72,0644			
	4	6,1969	22,5423	128,2399	593,7162	25,60	I
TOTAL		22,54	22,54	593,71	593,71		

CLASSE DE IS II

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
1	1	4,9559		113,8767			
	2	5,5974		98,1865			
	3	5,9438		172,0478			
	4	6,6417	23,1388	238,8158	622,9268	24,50	II
2	1	6,4689		146,5495			
	2	5,2251		127,1152			
	3	5,5982		76,9119			
	4	4,7045	21,9967	165,3112	515,8877	25,00	II
3	1	4,4030		70,9350			
	2	4,4454		67,5405			
	3	4,4208		66,4147			
	4	4,5705	17,8397	66,3599	271,2501	24,50	II
4	1	5,2875		102,1410			
	2	5,6579		118,0700			
	3	4,0587		137,6084			
	4	5,7944	20,7984	120,6825	478,5019	25,25	II
5	1	6,9465		216,2528			
	2	5,0472		131,3605			
	3	6,2352		145,5345			
	4	4,7273	22,9561	114,1894	607,3372	23,67	II

(Continuação da Classe de IS II)

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
7	1	4,4296		141,0493			
	2	4,8129		125,3027			
	3	5,7015		190,1509			
	4	5,7995	20,7435	157,5294	614,0324	23,83	II
9	1	4,2391		141,5034			
	2	4,2581		80,1213			
	3	4,8540		72,7350			
	4	5,7505	19,1017	133,3162	427,6759	24,00	II
16	1	6,4831		214,4066			
	2	4,7398		72,3061			
	3	5,8828		270,9247			
	4	5,3921	22,4977	91,1905	648,8279	25,00	II
24	1	5,3253		244,7037			
	2	4,7708		101,3763			
	3	4,9250		105,3534			
	4	4,8998	19,9209	160,2554	611,6888	24,67	II
TOTAL		188,99	188,99	4798,12	4798,12		

CLASSE DE IS III

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
8	1	6,6752		66,8050			
	2	4,2360		175,0907			
	3	4,4332		291,3092			
	4	5,0913	20,4357	101,1955	634,4004	22,83	III
11	1	3,8333		78,1949			
	2	5,4746		113,9865			
	3	4,4591		81,1510			
	4	4,6061	18,3731	147,3249	420,6572	22,25	III
12	1	5,0587		236,3207			
	2	4,9216		72,4430			
	3	4,2797		96,8851			
	4	4,8182	19,0782	137,1927	542,8414	22,80	III

(Continuação da Classe de IS III)

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
13	1	4,9233		117,9345			
	2	4,5875		200,8835			
	3	5,2255		217,6323			
	4	4,7028	19,4390	153,2143	689,6645	22,25	III
14	1	3,9790		129,0226			
	2	4,8058		103,9743			
	3	4,6787		159,8592			
	4	3,7479	17,2114	65,2443	458,1005	23,25	III
17	1	5,5695		107,1702			
	2	4,6140		77,8081			
	3	5,8302		179,0264			
	4	4,9201	20,9338	147,3146	511,3193	22,20	III
19	1	5,8399		146,9196			
	2	5,4817		42,9143			
	3	3,4436		157,4959			
	4	4,0535	18,8187	143,9173	491,2471	23,00	III
23	1	4,0699		119,2005			
	2	5,3996		113,8663			
	3	3,9387		121,4604			
	4	4,3780	17,7862	135,1345	489,6616	22,75	III
TOTAL		152,07	152,07	4237,89	4237,89		

CLASSE DE IS IV

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
6	1	4,6730		112,4760			
	2	5,1208		64,5165			
	3	4,9554		197,2499			
	4	4,0135	18,7627	80,4849	454,7272	20,75	IV
10	1	4,9833		219,2130			
	2	4,2190		86,8706			
	3	5,2871		145,2486			
	4	4,1266	18,6159	166,4268	617,7589	21,33	IV

(Continuação da Classe de IS IV)

UAP	UAS	VOLUME UAS m^3	VOLUME UAP m^3	ÁREA UAS m^2	ÁREA UAP m^2	h_{dom}	IS
18	1	3,6911		206,1082			
	2	4,8665		77,8336			
	3	4,2051		77,1935			
	4	4,1769	16,9396	95,4597	456,5951	21,25	IV
20	1	4,9647		115,9337			
	2	4,5621		52,2681			
	3	5,1870		124,4016			
	4	4,5046	19,2185	106,9830	399,5864	21,00	IV
21	1	4,2918		57,3215			
	2	4,9461		159,0846			
	3	4,7734		120,2391			
	4	4,2517	18,2630	156,5046	493,1498	21,25	IV
22	1	5,7338		134,6420			
	2	4,4561		116,2533			
	3	5,0333		77,3909			
	4	4,3193	19,5425	100,5630	428,8492	21,75	IV
TOTAL		111,34	111,34	2850,66	2850,66		

ANEXO 3 ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS CLASSES DE SÍTIO DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA.

TALHÃO 64:

Classe de Sítio	r_i	$\sum Y_{ij}$	\bar{y}_i	$\sum Y_{ij}^2$	$\sum Y_i^2 / r_i$	$\sum y_{ij}^2$
II	4	96,10	24,03	2.316,70	2.308,80	7,90
III	18	449,78	24,99	11.397,61	11.239,21	158,40
IV	3	65,10	21,70	1.427,15	1.412,86	14,29
Total	25	610,98		15.141,46	14.960,87	180,59

TALHÃO 66:

Classe de Sítio	r_i	$\sum Y_{ij}$	\bar{y}_i	$\sum Y_{ij}^2$	$\sum Y_i^2 / r_i$	$\sum y_{ij}^2$
III	12	363,79	30,32	11.157,97	11.028,31	129,66
IV	12	353,90	29,49	10.794,28	10.436,84	357,44
V	1	26,83	26,83	720,05	720,05	
Total	25	744,52		22.672,30	22.185,20	487,10

TALHÃO 67:

Classe de Sítio	r_i	$\sum Y_{ij}$	\bar{y}_i	$\sum Y_{ij}^2$	$\sum Y_i^2 / r_i$	$\sum y_{ij}^2$
III	7	185,24	26,46	4.947,72	4.902,01	45,71
IV	14	312,36	22,31	7.074,30	6.969,36	104,94
V	5	98,68	19,74	1.955,03	1.947,42	7,61
Total	26	596,28	68,51	13.977,05	13.818,79	158,26

(Continuação do anexo 3)
TALHÃO 76A:

Classe de Sítio	r_i	$\sum Y_{ij}$	\bar{y}_i	$\sum Y_{ij}^2$	$\sum Y_{i.}^2 / r_i$	$\sum y_{ij}^2$
II	10	204,58	20,46	4.210,32	4.185,33	24,99
III	15	304,48	20,30	6.273,46	6.180,70	92,76
IV	2	34,74	17,37	603,58	603,58	0,13
Total	27	543,80		11.087,36	10.969,48	117,88

TALHÃO 76B:

Classe de Sítio	r_i	$\sum Y_{ij}$	\bar{y}_i	$\sum Y_{ij}^2$	$\sum Y_{i.}^2 / r_i$	$\sum y_{ij}^2$
II	8	152,90	19,12	2.939,82	2.922,39	17,43
III	16	290,13	18,13	5.319,05	5.261,03	58,02
IV	2	35,83	17,91	649,84	641,78	8,06
Total	26	478,86		8.908,70	8.825,20	83,50

TALHÃO 76C:

Classe de Sítio	r_i	$\sum Y_{ij}$	\bar{y}_i	$\sum Y_{ij}^2$	$\sum Y_{i.}^2 / r_i$	$\sum y_{ij}^2$
I	2	33,71	16,86	573,81	568,33	5,48
II	6	99,03	16,50	1.649,79	1.634,39	15,39
III	14	213,98	15,28	3.332,20	3.270,55	61,65
IV	1	13,16	13,16	173,28	173,28	
V	1	18,23	18,23	332,33	332,33	
Total	24	378,11		6.061,41	5.978,88	82,52

(Continuação do Anexo 3)

TALHÃO 76D:

Classe de Sítio	r_i	$\sum Y_{ij}$	\bar{y}_i	$\sum Y_{ij}^2$	$\sum Y_i^2 / r_i$	$\sum y_{ij}^2$
I	1	22,54	22,54	508,16	508,16	
II	9	188,99	21,00	3.995,23	3.968,73	26,50
III	8	152,08	19,01	2.901,99	2.890,89	11,10
IV	6	111,34	18,56	2.070,34	2.066,18	4,16
Total	24	474,95		9.475,72	9.433,96	41,76

ANEXO 4 ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS CLASSES DE ÍNDICE DE SÍTIO DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA.

TALHÃO 64:

Fonte de Variação	G.L.	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
Entre as Classes	2	29,01	14,51	7,80 **
Dentro das Classes	97	180,59	1,86	
Total	99	209,60		

TALHÃO 66:

Fonte de Variação	G.L.	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
Entre as Classes	2	15,80	6,40	1,27 NS
Dentro das Classes	97	487,10	5,02	
Total	99	499,90		

TALHÃO 67:

Fonte de Variação	G.L.	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
Entre as Classes	2	143,80	71,90	45,89 **
Dentro das Classes	101	158,26	1,57	
Total	103	302,06		

(Continuação do Anexo 4)

TALHÃO 76A:

Fonte de Variação	G.L.	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
Entre as Classes	2	16,95	8,48	7,55 **
Dentro das Classes	105	117,88	1,12	
Total	107	134,83		

TALHÃO 76B:

Fonte de Variação	G.L.	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
Entre as Classes	2	5,67	2,83	3,43 *
Dentro das Classes	101	83,50	0,83	
Total	103	89,17		

TALHÃO 76C:

Fonte de Variação	G.L.	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
Entre as Classes	4	21,91	5,48	6,04 **
Dentro das Classes	91	85,53	0,91	
Total	95	104,44		

(Continuação do Anexo 4)

TALHÃO 76D:

Fonte de Variação	G.L.	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
Entre as Classes	3	34,90	11,63	25,62 **
Dentro das Classes	92	41,76	0,45	
Total	95	76,66		

ANEXO 5 ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS CLASSES DE ÍNDICE DE SÍTIO DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA LEVANDO-SE EM CONSIDERAÇÃO A VARIAÇÃO DAS UNIDADES AMOSTRAIS DENTRO DAS CLASSES.

TALHÃO 64:

Fonte de Variação	G.L.	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
Média	1	33.733,05	3.733,05	
UAP	24	52,31	2,18	1,82 *
Entre Classes	2	7,15	3,57	2,98 **
Dentro Cls. II	3	1,99	0,66	0,55 NS
Dentro Cls. III	17	39,60	2,33	1,94 *
Dentro Cls. IV	2	3,57	1,79	1,49 NS
Erro Experim.	75	90,01	1,20	
Total	100	3.875,37		

TALHÃO 66:

Fonte de Variação	G.L.	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
Média	1	5.543,02	5.543,02	
Tratamento(UAP)	24	125,05	5,21	4,50 **
Entre Classes	2	3,28	1,64	1,42 NS
Dentro Cls. III	11	32,42	2,95	2,54 **
Dentro Cls. IV	11	89,36	8,12	7,01 **
Dentro Cls. V	0	0		
Erro Experim.	75	86,90	1,16	
Total	100	5.754,97		

TALHÃO 67:

Fonte de Variação	G.L.	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
Média	1	3.418,76	3.418,76	
Tratamentos (UAP)	25	75,50	3,02	1,96 *
Entre Classes	2	35,94	17097	11,64 **
Dentro Cls. III	6	11,43	1,90	1,23 NS
Dentro Cls. IV	13	26,24	2,02	1,31 NS
Dentro Cls. V	4	1,90	0,48	0,31 NS
Erro Experim,	78	120,43	1,54	
Total	104	3.614,69		

(Continuação do Anexo 5)

TALHÃO 76A:

Fonte de Variação	G.L.	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
Média	1	2.738,19	2.738,19	
Tratamentos (UAP)	26	33,65	1,29	2,92 **
Entre Classes	2	4,18	2,09	4,71 **
Dentro Cls. II	9	6,25	0,69	1,57 NS
Dentro Cls. III	14	23,19	1,66	3,73 **
Dentro Cls. IV	1	0,03	0,03	0,07 NS
Erro Experim.	81	35,94	0,44	
Total	108	2.807,78		

TALHÃO 76B:

Fonte de Variação	G.L.	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
Média	1	2.204,88	2.204,88	
Tratamentos (UAP)	25	22,29	0,89	2,65 **
Entre Classes	2	1,42	0,71	2,11 **
Dentro Cls, II	7	4,36	0,62	1,85 *
Dentro Cls, III	15	14,50	0,97	2,88 **
Dentro Cls, IV	1	2,01	2,01	6,00 **
Erro Experim,	78	26,19	0,34	
Total	104	2.253,37		

TALHÃO 76C:

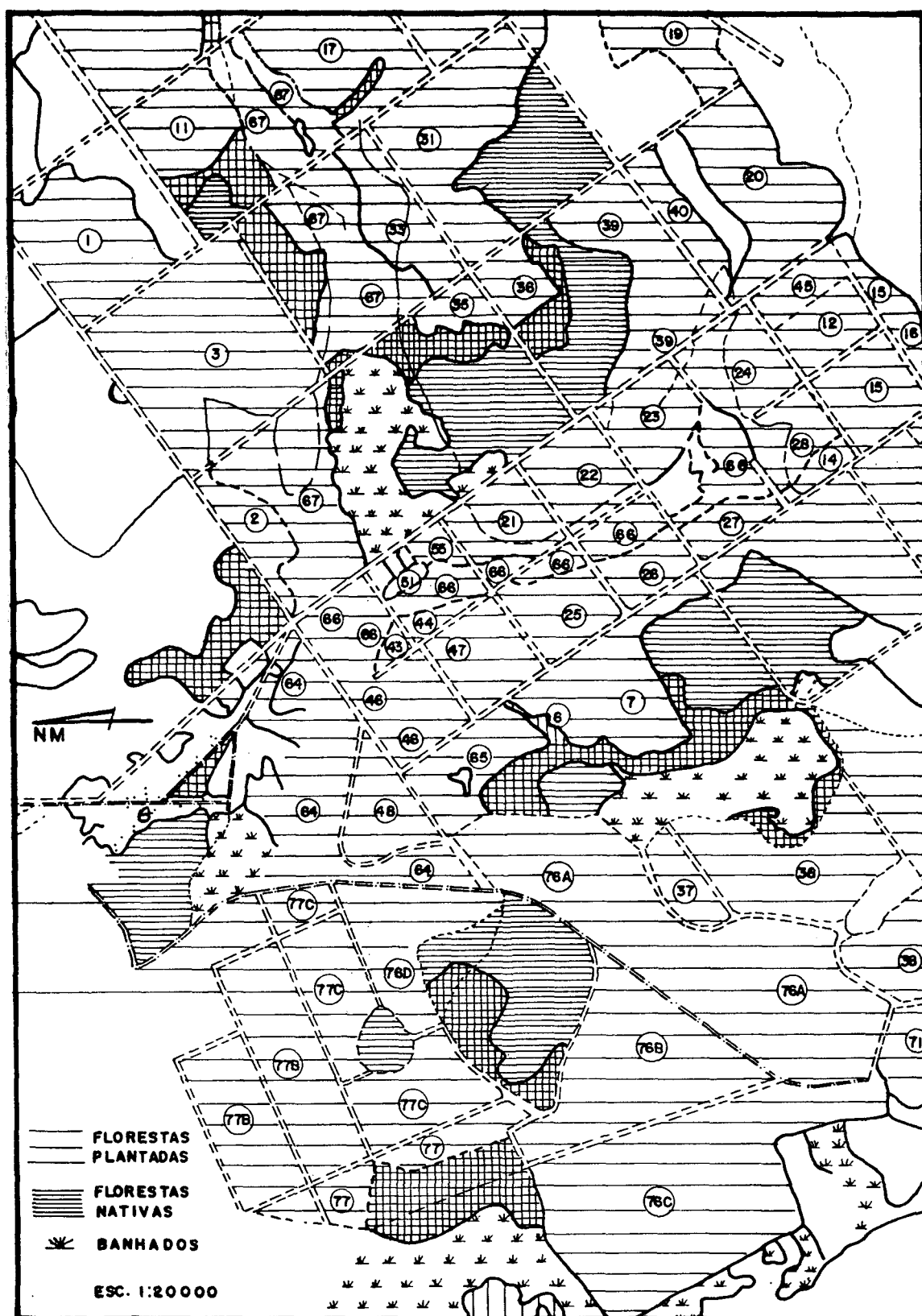
Fonte de Variação	G.L.	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
Média	1	1.489,31	1.489,31	
Tratamentos (UAP)	23	26,07	1,13	2,77 **
Entre Classes	4	5,44	1,36	3,32 **
Dentro Cls. I	1	1,37	1,37	3,35 **
Dentro Cls. II	5	3,85	0,77	1,88 *
Dentro Cls. III	13	15,41	1,19	2,90 **
Dentro Cls. IV	0	0		
Dentro Cls. V	0	0		
Erro Experim.	72	29,48	0,41	
Total	96	1.544,86		

(Continuação do Anexo 5)

TALHÃO 76D:

Fonte de Variação	G.L.	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
Média	1	2.349,81	2.349,81	
Tratamentos (UAP)	23	19,12	0,83	1,91 *
Entre Classes	3	8,68	2,89	6,66 **
Dentro Cls. I	0	0		
Dentro Cls. II	8	6,62	0,83	1,91 *
Dentro Cls. III	7	2,78	0,40	0,91 NS
Dentro Cls. IV	5	1,04	0,21	0,48 NS
Erro Experim.	72	31,26	0,43	
Total	96	2.400,19		

ANEXO 6 PANORAMA GERAL DA ÁREA DE ONDE FORAM RETIRADAS AS INFORMAÇÕES DOS SETE TALHÕES (64, 66, 67 76A, 76B, 76C E 76D) OBJETOS DESTE ESTUDO.



8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 AHRENS, S. Importância da distribuição de resíduos de regressão na seleção de equações de volume. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., Belo Horizonte, 1982. **Anais**. Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1983. p. 609-14.
- 2 ALDER, D. **Forest volume estimation and yield prediction**. Rome, FAO Forestry Paper 22/2, 1980. 2v.
- 3 ASSMANN, E. **The principles of yield study**. New York, McGraw-Hill, 1970. 506 p.
- 4 AVERY, T.E. & BURKHART, H.E. **Forest measurements**. 2. ed. McGraw-Hill. 1975. 331 p.
- 5 BAILEY, R.L. & CLUTTER, J.L. Base-age invariant polymorphic site curves. **Forest Science**. 20(2): 155-159, 1974.
- 6 _____.; MANN, W.F. & CAMPBELL, T.E. Slash pine site index in the West Gulf. Southern Forest Exp. Sta. **USDA Forest Service Research Note I-10210**, 1974. 4 p.
- 7 BATISTA, J.L.F. & COUTO, H.T.Z. Escolha de modelos matemáticos para a construção de curvas de índice de sítio para florestas implantadas de **Eucalyptus** sp no estado de São Paulo. **IPEF** 32:33-42, 1986.
- 8 BECK, D.E. & TROUSDEL, K.B. Site index: accuracy of prediction. Southeastern Forest Exp. Sta. **USDA Forest Service SE-108**, 1973. 7 p.

- 9 BRICKELL, J.E. Site index curves for Engelmann spruce in the Northern and Central Rocky Mountains. Intermountain Forest & Range Exp. Sta. **USDA Forest Service Research Note INT-42**, 1966. 8 p.
- 10 _____. A method for constructing site index curves from measurements of tree age and height, its application to iland Douglas-fir. Intermountain Forest and Range Exp. Sta. **USDA Forest Service Research Paper INT-47**, 1968. 23 p.
- 11 CAMPOS, J.C.C. **Estudo sobre índice de sítio e tabelas de volume e produção para Pinus elliottii Engelman no estado de São Paulo, Brasil**. Turrialba, Costa Rica, 1970. 82 p. Tese, Mestrado, IICA da OEA.
- 12 _____. & RIBEIRO, J.C. Produção dos povoamentos de **Eucalyptus** spp, na região do triângulo mineiro. Viçosa, **SIE, Boletim Técnico n° 1**, 1983.
- 13 _____.; TORQUATO, M.C. & RIBEIRO, G.A. Equações para calcular índices de local e incremento da altura em plantações puras de **Eucalyptus grandis**. **Árvore**, 9(1): 1-9, 1985.
- 14 _____. & TURNBULL, K.J. Um método de estimar índices de local utilizando a análise de tronco. **Árvore**, 4(1): 47-61, 1980.
- 15 CARMEAN, W.H. Site index curves for Upland oaks in the Central States. **Forest Science** 18(2): 109-20, 1972.
- 16 _____. Forest site quality evaluation in the United States. **Advances in Agronomy** 27: 209-69, 1975.
- 17 CHAPMAN, H.H. & MEYER, W.H. **Forest mensuration**. New York, McGraw-Hill, 1975. 522 p.

- 18 CLUTTER, L.J.; FORTSON, J.C.; PIENAAR, L.V.; BRISTER, G.H. & BAILEY, R.L. **Timber management: a quantitative approach**. New York, John Wiley & Sons, 1983. 333 p.
- 19 COCHRAN, W.G. **Sampling techniques**. 3ª ed. New York, John Wiley, 1977. 428 p.
- 20 COUTO, H.T.Z. & BASTOS, N.L.M. Tamanho de parcelas e intensidade de amostragem para mapeamento de sítio em florestas de Eucalyptus no estado de São Paulo. **IPEF 36**: 5-12, 1987.
- 21 CURTIS, R.O.; DeMARS, D.J. & HERMAN, F.R. Which dependent variable in site-height-age regressions? **Forest Science**, 20: 74-87, 1974.
- 22 DAHMS, W.G. Effect of kind and number of measured tree heights on lodgepole pine site-quality estimates. Pacific Northwest. Forest and Range Exp. Sta. **USDA. U.S. Forest Service Research Paper PNW-36**, 1966. 8 p.
- 23 DAVIS, L.S. & JOHNSON, K.N. **Forest management**. 3. ed. New York, McGraw-Hill, 1987. 790 p.
- 24 DRAPER, N. & SMITH, H. **Applied regression analysis**. New York, John Wiley & Sons, 1966. 407 p.
- 25 EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Florianópolis, SC. **Zoneamento agroclimático do Estado de Santa Catarina**. 2ª etapa. Florianópolis, 1980. 106 p.
- 26 FARRAR, R.M.Jr. Southern pine site index equations. **Journal of Forestry**, 71: 696-7, 1973.
- 27 FISHWICK, R.W. Determinação de curvas de índice de sítio para *Pinus elliottii*. **PRODEPEF, Comunicação Técnica nº 6**, 1977. 12 p.

- 28 FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ; INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE. Inventário de Florestas Plantadas da Floresta Nacional de Três Barras/SC. Curitiba, 1989. (Relatório).
- 29 GRANEY, D.L. Site index predictions for red oaks and white oak in the Boston Mountains of Arkansas. Southern Forest Exp. Sta. **USDA Forest Service Research Paper SO-139**, 9 p.
- 30 GREY, D.C. Site index classification - necessity or luxury? Saasveld Forestry Research Centre George. South African Forestry Journal: 35-7, 1985.
- 31 _____. A site index model for **Pinus radiata** in the Southern Cape. In: RESEARCH CONTRIBUTION TO PLANTATION FORESTRY. Stellenbosch. Universit of Stellenbosch, The Faculty of Forestry, 1988. p.51-63.
- 32 GROOTHOUSEN, C. Curvas de indice de sitio para **Pinus oocarpa (Schiede)** en Honduras, Centro América. In: PRIMERA REUNION SOBRE MODELOS DE CRESCIMIENTO DE ARBOLES Y MASSAS FORESTALES, México, 1982. **Anais**. México, Subsecretaria forestal-INF, Publication Especial nº 44, 1983. p.183-4.
- 33 HEGER, L. Confidence interval for site index using curves based on stem analyses. **Canadian Journal of Forest Research**, 1: 241-5, 1971.
- 34 _____. Effect of index age on the precision of site index. **Canadian Journal of Forest Research**, 3(1): 1-6, 1973.
- 35 HUSCH, B.: MILLER, C.I. & BEERS, T.W. **Forest mensuration**. 2. ed. New York, The Ronald Press Company, 1972. 410 p.
- 36 JONES, J.R. Review and comparison of site evaluation methods. Rocky Mountain Forest and Range Exp. Sta. **USDA Forest Service Research Paper RM-51**, 1969. 27 p.

- 37 KING, J.E. Site index curves for Douglas-fir in the Pacific Northwest. **Weyerhawser Forestry Paper n° 8**, 1966. 49 p.
- 38 LAVERY, P.B. Plantation land classification and the characterization of plantations. In: THE INTERNATIONAL FORESTRY CONFERENCE FOR THE AUSTRALIAN BICENTENARY, Albury, Australian Forest Development Institute, 1988. 17 p.
- 39 LOETSCH, F.; ZOHRER, F. & HALLER, K.E. **Forest inventory**. Munchen, BLV Verlagsgesellschaft, 1973. 2 v.
- 40 MACHADO, S.A. Curvas de índice de sítio para plantações de **Pinus taeda L.** na região central do estado do Paraná. **Floresta**, 10(2): 4-18, 1980.
- 41 McCLURKIN, D.C. & COVELL, R.R. Site index predictions for pines in Mississippi. Southern Forest Exp. Sta. **USDA Forest Service Research Paper SO-15**, 1965. 9 p.
- 42 MENDENHALL, W.; OTT, L. & SCHEAFFER, R.L. **Elementary survey sampling**. Belmont, Wadsworth Publishing Company, 1971. 247 p.
- 43 OLIVEIRA, Y.M.M. de & AHRENS, S. Curvas de índice de sítio para povoamentos de **Pinus elliottii var. elliottii Engelm.** e **P. taeda L.** estabelecidos no sul e sudeste do Brasil: resultados preliminares. Curitiba, EMBRAPA-CNPQ, 1987. 11 P. (**Circular Técnica, 14**).
- 44 OSTLE, B. & MENSING, R.W. **Statistics in research**. 3. ed. Ames, Iowa, The Iowa State University Press, 1975. 596 p.
- 45 PAYANDEH, B. Relative efficiency of two-dimensional systematic sampling. **Forest Science**, 16: 271-6, 1970.

- 46 _____. & EK, A.R. Observations on spatial distribution and relative precision of systematic sampling. **Canadian Journal of Forest Research**, 1: 216-22, 1971.
- 47 PÉLLICO NETTO, S. **Conceitos basilares para realização de inventários florestais**. Curitiba, UFPR. 109 p. (Apostila)
- 48 _____. Estimativas volumétricas de árvores individuais-síntese teórica. **Floresta**, 11(2): 63-73. 1980.
- 49 _____. Desenvolvimento de uma nova função volumétrica. **Acta For. Bras.**, 1: 9-19, 1986.
- 50 _____. Fator de correção para árvores marginais em métodos de amostragem com solução probabilística proporcional a um tamanho. **Revista Cerne** (no prelo), 1994.
- 51 PELZ, D.R. Sixth-tree sampling in forest inventories. **Floresta**, 14(1): 54-58, 1983.
- 52 POPHAN, T.W.; FEDUCCIA, D.P. DELL, T.R.; MANN, W.F. & CAMPBELL, T.E. Site index for loblolly plantations on Cutover Sites in the West Gulf Coastal Plain. Southern Forest Exp. Sta. **USDA Forest Service Research Note SO-250**, 1979. 7 p.
- 53 RAMIREZ, M.A. Armonización de curvas de crecimiento y calidad de estación. In: PRIMERA REUNION SOBRE MODELOS DE CRECIMIENTO DE ARBOLES Y MASSAS FORESTALES, México, 1982. **Anais**. Subsecretaria Forestal-INF, Publicación Especial n° 44, 1983. p.182-96.
- 54 RAWAT, A.S. & FRANZ, F. Detailed non-linear asymptotic regression studies on tree and stand growth with particular reference to forest yield research in Bavaria (Federal Republic of Germany) and India. In: INTERNATIONAL UNION OF FORESTRY RESEARCH ORGANIZATIONS WORKING PARTY S4.01-4., Skogshogskolan, Royal College of Forestry, Stockholm, Sweden, 1973. Proceedings.... Rotobekman, Stockholm, 1974. p.182-221.

- 55 SCHUMACHER, F.X. Yield stand volume tables for Douglas-fir in California. **Agric. Exp. Sta. Bulletin 491**. 1930. 41 p.
- 56 SCOLFORO, J.R.S. & MACHADO, S.A. Curvas de índice de sítio para plantações de **Pinus taeda** nos estados do Paraná e Santa Catarina. **Floresta**, 18(1,2): 159-73, 1988.
- 57 _____. Curvas de índice de sítio para plantações de **Pinus elliottii** nos estados do Paraná e Santa Catarina. **Floresta**, 18(1,2): 140-58, 1988.
- 58 SHIUE, C.J. Systematic sampling with multiple random starts. **Forest Science**, 6: 42-51, 1960.
- 59 SMALLEY, G.W. Landforms: the basis for classifying and evaluating forest sites in the interior uplands of the eastern United States. In: IUFRO WORKSHOP WORKING PARTY S1.02.06., Fredericton, New Brunswick, Canada, 1985. Proceedings.... Fredericton, New Brunswick, Canada, IUFRO, 1985. p.114-42.
- 60 SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. **Statistical methods**. 6. ed. Ames, Iowa, The Iowa State University Press. 1978. 593 p.
- 61 SOUZA, A.L. Amostragem para elaboração do plano de manejo em regime de rendimento sustentado. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM MANEJO FLORESTAL, Curitiba, 1988. **Anais**. Curitiba, Associação Paranaense de Engenheiros Florestais, 1988. p.16-29.
- 62 SPURR, S.H. **Forest inventory**. New York, Ronald Press, 1952. 476 p.
- 63 STAGE, A. R. A mathematical approach to polymorphic site index curves for Grand-fir. **Forest Science**, 9(2): 167-80, 1963.
- 64 STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. 2. ed. New York, McGraw-Hill, 1980. 633 p.

- 65 STOUT, B.B. & SHUMWAY, D.L. Site quality using height and diameter. **Forest Science**, 28: 639-45, 1982.
- 66 STRAND, L. Numerical constructions of site index curves. **Forest Science**, 10: 410-4, 1964.
- 67 SUKHATME, P.V. & SUKHATME, D.L. **Sampling theory of surveys with applications**. 2. ed. Ames, Iowa, Iowa State University Press, 1970. 452 p.
- 68 TROUSDEL, K.B.; BECK, D.E. & LLOYD, F.T. Site index for loblolly pine in the Atlantic Coastal Plain of the Carolines and Virginia. **USDA Forest Service Research Paper SE-115**, 1974. 11 p.
- 69 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Biblioteca Central. **Normas para apresentação de trabalhos**. Curitiba, 1981. 183 p.
- 70 VRIES, P.G. de **Sampling theory for forest inventory**. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 1986. 399 p.
- 71 YATES, F. **Sampling methods for censuses and surveys**. 3. ed. London, Charles Griffin & Co. Ltd., 1971. 440 p.